

PGS.TS. HOÀNG TÙNG
PGS. TS. NGUYỄN THỨC HÀ
TS. NGÔ LÊ THÔNG
KS. CHU VĂN KHANG

Sổ tay **Hàn**

**Công nghệ,
thiết bị và
định mức
năng lượng,
vật liệu hàn**



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PGS. TS. HOÀNG TÙNG (Chủ biên)
PGS. TS. NGUYỄN THỨC HÀ
TS. NGÔ LÊ THÔNG
KS. CHU VĂN KHANG

Sổ tay hàn

(CÔNG NGHỆ, THIẾT BỊ VÀ ĐỊNH MỨC
NĂNG LƯỢNG, VẬT LIỆU HÀN)

(In lần thứ nhất)



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2007

Tác giả: PGS. TS. HOÀNG TÙNG
PGS. TS. NGUYỄN THỨC HÀ
TS. NGÔ LÊ THÔNG
KS. CHU VĂN KHANG

<i>Chịu trách nhiệm xuất bản:</i>	PGS. TS. TÔ ĐĂNG HẢI
<i>Biên tập và sửa chế bản:</i>	DIỆU THÚY
<i>Trình bày và chế bản:</i>	TRẦN VĂN CẨM
<i>Vẽ bìa:</i>	HƯƠNG LAN

In 800 cuốn khổ 16 x 24 cm tại Công ty TNHH bao bì và in Hải Nam
Quyết định xuất bản số 539-2006/CXB/46-45/KHKT, cấp ngày 6/11/ 2006.
In xong nộp lưu chiểu tháng 3 năm 2007.

LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn **“Cẩm nang hàn”** xuất bản năm 1993 đã đáp ứng được một phần nhu cầu độc giả. Tuy nhiên trong tình hình đất nước đã có nhiều đổi mới, đặc biệt khi nền kinh tế đã tăng trưởng liên tục thì các ngành công nghiệp cũng phát triển với tốc độ tăng dần tiến tới mục tiêu Công nghiệp hóa - Hiện đại hóa đất nước. Do vậy các yêu cầu về kiến thức khoa học công nghệ nói chung, cũng như khoa học công nghệ hàn nói riêng đòi hỏi phải có sự đáp ứng kịp thời và phù hợp với sự phát triển công nghiệp đất nước.

Xuất phát từ nhu cầu đó chúng tôi đã sửa chữa và bổ sung nhiều kiến thức, thông tin và số liệu mới, đầy đủ hơn về khoa học công nghệ hàn và lấy tên mới là **Sổ tay hàn (công nghệ, thiết bị và định mức năng lượng, vật liệu hàn)**..

Chắc chắn cuốn sách sẽ giúp và tạo điều kiện thuận lợi cho đội ngũ cán bộ, sinh viên và công nhân ngành hàn trong thực tế sản xuất. Đồng thời nó cũng là tài liệu tham khảo đầy đủ hơn cho các cán bộ kỹ thuật, quản lý, công nhân các lĩnh vực kỹ thuật khác.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn sự đóng góp ý kiến quý báu của các bạn đồng nghiệp trong Bộ môn Hàn - Công nghệ kim loại, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội trong quá trình biên soạn.

Chúng tôi trân trọng cảm ơn và mong muốn được bạn đọc tiếp tục phê bình và đóng góp ý kiến xây dựng thêm để cuốn sách được tốt hơn trong lần xuất bản sau.

Ý kiến xin gửi về Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo - Hà Nội.

PGS. TS. Hoàng Tùng

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu.....	3
Chương 1. BẢN VẼ KỸ THUẬT HÀN	
I. Các tiêu chuẩn và qui định về bản vẽ.....	9
1. Khổ giấy	9
2. Tỷ lệ hình vẽ	9
3. Đường nét hình vẽ.....	9
4. Ký hiệu vật liệu trên mặt cắt	9
5. Cách ghi kích thước.....	12
6. Cách ghi sai lệch giới hạn	13
7. Hình chiếu cơ bản trên bản vẽ.....	21
8. Vẽ hình cơ bản và hình khai triển.....	22
II. Qui ước ký hiệu mối hàn	27
1. Cách biểu diễn mối hàn trên bản vẽ.....	27
2. Qui ước ký hiệu mối hàn trên bản vẽ.....	28
3. Sự đơn giản hóa ký hiệu mối hàn.....	34
4. Một số ví dụ về cách ghi ký hiệu mối hàn trên bản vẽ.....	35
5. Ký hiệu tiêu chuẩn của một số nước.....	37
Chương 2. VẬT LIỆU HÀN	
I. Ký hiệu kim loại và hợp kim	43
1. Ký hiệu thép.....	43
2. Ký hiệu gang.....	45
3. Ký hiệu kim loại của một số nước	46
4. Thép cacbon và thép hợp kim dùng trong xây dựng.....	62
5. Một số tiêu chuẩn vật liệu của một số nước.....	70
II. Vật liệu hàn hồ quang	78
1. Điện cực kim loại (que hàn) để hàn hồ quang tay.....	78
2. Dây hàn.....	114
3. Dây hàn bột.....	120
4. Bảo quản que hàn	123
5. Thuốc hàn	127
6. Các loại vật liệu khác	133

III. Tính hàn của kim loại và hợp kim	136
1. Khái niệm và phân loại	136
2. Đánh giá tính hàn của thép	137

Chương 3. THIẾT BỊ VÀ CÔNG NGHỆ HÀN

I. Khái niệm chung về hàn	141
1. Thực chất đặc điểm hàn	141
2. Phân loại hàn	142
3. Bản chất một số phương pháp hàn	145
II. Thiết bị và công nghệ hàn điện	157
A. Thiết bị hàn điện	157
1. Yêu cầu cơ bản đối với nguồn điện hàn hồ quang	157
2. Đặc tính động và chế độ làm việc của nguồn điện hàn	158
3. Thiết bị hàn hồ quang tay	159
4. Các thiết bị hàn điện khác	159
5. Các loại thiết bị hàn của một số nước	166
B. Công nghệ hàn điện	172
1. Công nghệ hàn hồ quang thép kết cấu	172
2. Hàn các kết cấu thép dùng trong xây dựng	211
3. Công nghệ hàn các kết cấu nhà công nghiệp	213
4. Hàn các liên kết trong kết cấu bê tông - cốt thép	214
III. Thiết bị và công nghệ hàn cắt bằng khí	241
1. Nguồn nhiệt ngọn lửa khí	241
2. Vật liệu hàn khí	245
3. Thiết bị hàn và cắt bằng khí	248
4. Công nghệ hàn thép bằng khí	252
5. Cắt kim loại bằng khí oxy	254
6. Cắt kim loại bằng plasma	257
IV. Hàn vẩy	258
1. Khái niệm	258
2. Nhiệt độ hàn	259
3. Sự thấm dính của vẩy hàn	260
4. Tính mao dẫn của vẩy hàn	261
5. Vẩy hàn	262
6. Thuốc hàn	263
V. Hàn điện tiếp xúc	265
1. Khái niệm chung	265
2. Nguồn nhiệt hàn và thiết bị hàn	266
3. Một số thiết bị hàn điện tiếp xúc điển hình	268

VI. Hàn các chi tiết máy	272
1. Các dạng liên kết hàn trong chi tiết máy	272
2. Tính công nghệ của kết cấu hàn	277
3. Hàn các chi tiết máy	288

Chương 4. ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG HÀN

I. Ứng suất hàn	289
1. Các nguyên nhân sinh ra ứng suất hàn	289
2. Ứng suất hàn	291
II. Xác định biến dạng hàn	293
1. Xác định biến dạng co dọc khi hàn giáp mối	294
2. Độ võng của liên kết hàn giáp mối	296
3. Xác định ứng suất và biến dạng do co dọc ở mối hàn chữ T	298
III. Biện pháp chống biến dạng hàn	300
1. Công nghệ lắp ghép và hàn	300
2. Phương pháp cân bằng biến dạng	300
3. Phương pháp biến dạng ngược	301
4. Phương pháp kẹp chặt chi tiết khi hàn	301
5. Phương pháp giảm ứng suất	301
6. Phương pháp nắn	302

Chương 5. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG HÀN

I. Các phương pháp kiểm tra chất lượng hàn	303
1. Quan sát bằng mắt	303
2. Chiếu tia xuyên qua mối hàn	303
3. Phương pháp siêu âm	303
4. Phương pháp phát quang và chỉ thị màu	303
5. Phương pháp thẩm thấu bằng dầu hỏa	303
6. Thử bằng thủy lực tĩnh	304
7. Thử mẫu công nghệ	304
8. Xác định tính nhạy của mối hàn đối với sự ăn mòn tinh giới	304
9. Thử kim tương	304
10. Thử cơ tính	304
II. Các khuyết tật mối hàn	304
1. Chảy loang bề mặt mối hàn	304
2. Vết lõm mép hàn	304
3. Cháy thùng	304
4. Thiếu hụt cuối đường hàn (lõm)	305
5. Rỗ khí	305
6. Lân xỉ	305

7. Hàn không ngẫu	305
III. Các chỉ tiêu kiểm tra và đánh giá chất lượng liên kết hàn của các kết cấu kim loại.....	306
1. Quan sát bên ngoài và đo các thông số hình học	306
2. Kiểm tra chất lượng mối hàn bằng tia rơngren, gamma	307
3. Thử nghiệm cơ tính	308
4. Quy tắc kiểm tra và nghiệm thu các liên kết hàn cốt thép.....	309
IV. Kiểm tra chất lượng hàn theo qui phạm Lloyd (Anh)	315
A. Kiểm tra vật liệu kể cả phê chuẩn vật liệu hàn	315
B. Đào tạo và sát hạch thợ hàn	315
C. Sát hạch quy trình	320
D. Thanh tra	323
Phân phụ lục	331
Chương 6. KỸ THUẬT AN TOÀN TRONG HÀN	
1. Kỹ thuật an toàn cho hàn khí.....	343
2. Kỹ thuật an toàn cho hàn hồ quang tay và hàn tự động dưới lớp thuốc	346
3. An toàn khi sử dụng máy phát hàn chạy bằng máy nổ.....	347
Chương 7. ĐỊNH MỨC TIÊU HAO VẬT LIỆU HÀN	
1. Tính toán định mức tiêu hao vật liệu hàn.....	350
2. Thuốc hàn để hàn hồ quang, hàn điện xỉ và hàn đắp.....	356
3. Khí bảo vệ để hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ.....	357
4. Vật liệu cho hàn và cắt bằng khí.....	359
5. Vật liệu hàn vẩy	360
6. Định mức tiêu hao vật liệu cho hàn, cắt và hàn vẩy	365
Chương 8. TÍNH TOÁN VÀ XÁC ĐỊNH TIÊU HAO NĂNG LƯỢNG ĐIỆN	
1. Hàn hồ quang điện	466
2. Hàn điện tiếp xúc	466
TÀI LIỆU THAM KHẢO	471

Chương I

BẢN VẼ KỸ THUẬT HÀN

I. CÁC TIÊU CHUẨN VÀ QUY ĐỊNH VỀ BẢN VẼ

1. Khổ giấy

TCVN 2.74 qui định khổ giấy của các bản vẽ như sau (bảng 1).

Bảng 1.1. Khổ giấy vẽ dùng trong hàn

Ký hiệu khổ giấy	44	24	22	12	11
Kích thước (mm)	1189 x 841	594 x 841	594 x 420	297 x 420	297 x 210
Ký hiệu theo TCVN 193-66	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄

- Cho phép dùng khổ A₅ kí hiệu 1/2 x I có kích thước 148 x 210.
- Các khổ giấy phụ khác lấy kích thước bằng bội số kích thước của khổ giấy 11 (A₄) với hệ số tăng là số nguyên.

2. Tỷ lệ hình vẽ

TCVN 3-74 qui định tỷ lệ hình vẽ trong hàn như bảng 1.2.

Bảng 1.2. Tỷ lệ các hình vẽ trên bản vẽ hàn

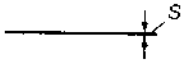
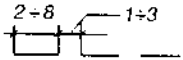
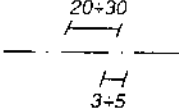
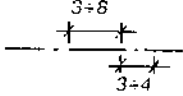
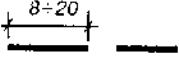
Tỷ lệ thu nhỏ (TL)	1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:10	1:15	1:20
	1:25	1:40	1:50	1:75	1:100	1:200	1:400
Tỷ lệ nguyên hình	1:1						
Tỷ lệ phóng to (TL)	2:1	2,5:1	4:1	5:1	10:1	20:1	40:1
	50:1	100:1					

Ví dụ, ký hiệu tỷ lệ hình vẽ trên bản vẽ : TL 1:2

3. Đường nét hình vẽ

TCVN 8-85 qui định các loại đường nét dùng trên bản vẽ như bảng 1.3.

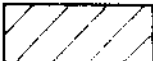
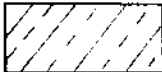
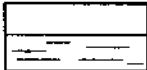
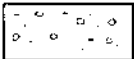
Bảng 1.3. Các nét vẽ trên bản vẽ hàn

TT	Tên	Hình dạng	Bề rộng (mm)	Ứng dụng
1	Nét liền đậm		$S = 0,6 \div 1,5$	Đường bao nhìn thấy. Giao tuyến thấy. Đường bao mặt cắt rời và mặt cắt, thuộc hình cắt.
2	Nét liền mảnh		$S/3$	Đường bao mặt cắt chập. Đường kích thước và đường dóng. Đường gạch mặt cắt. Đường biểu diễn các chi tiết phụ, chỗ uốn trên hình trái, trục hình chiếu. Đường chuyển tiếp.
3	Nét lượn sóng		$S/3$	Đường cắt lia. Đường phân cách giữa hình chiếu và hình cắt.
4	Nét đứt		$S/2$	Đường khuất. Giao tuyến khuất.
5	Nét chấm gạch mảnh		$S/3$	Đường trục và đường tâm. Đường biểu diễn hình trái vẽ trên hình chiếu. Đường biểu diễn vị trí giới hạn chi tiết chuyển động.
6	Nét chấm gạch đậm		$S/2$	Đường biểu diễn bề mặt gia công nhiệt hoặc có lớp phủ. Đường bao của phôi.
7	Nét cắt		$1,5S$	Đường cắt.
8	Nét ngắt		$S/3$	Đường cắt lia dài.

4. Ký hiệu vật liệu trên mặt cắt

TCVN 7-78 qui định các ký hiệu vật liệu trên mặt cắt trong các bản vẽ như trong bảng 1.4.

Bảng 1.4. Ký hiệu vật liệu trên bản vẽ hàn

Tên vật liệu	Mặt cắt	Tên vật liệu	Mặt cắt
Kim loại		Gạch thường	
Vật liệu phi kim		Gạch đặc biệt	
Gỗ cắt ngang	 	Vật liệu trong suốt (kính, v...v.)	
Gỗ cắt dọc		Chất lỏng	
Gỗ dán		Đất tự nhiên	
Bê tông		Cát	
Bê tông cốt thép		Vật liệu cách nhiệt có lớp dây điện trở	
Đất sét			

5. Cách ghi kích thước

TCVN 9-85 qui định cách ghi kích thước trên bản vẽ như sau:

5.1. Qui định chung

- Độ lớn của vật thể biểu diễn trên bản vẽ là các số đo kích thước. Số đo kích thước chỉ kích thước thật của vật thể, không phụ thuộc vào tỷ lệ bản vẽ.

- Mỗi kích thước chỉ được ghi một lần trên bản vẽ.

- Kích thước độ dài dùng đơn vị milimet. Trên bản vẽ không cần ghi tên đơn vị.

- Không ghi kích thước dưới dạng phân số, trừ trường hợp dùng đơn vị theo hệ Anh và Mỹ.

- Kích thước góc dùng đơn vị đo là độ, phút, giây.

5.2. Các thành phần kích thước (hình 1.1)

- Đường dóng kích thước : đường giới hạn kích thước vẽ bằng nét liền mảnh và vạch từ hai đầu mút của đoạn ghi kích thước.

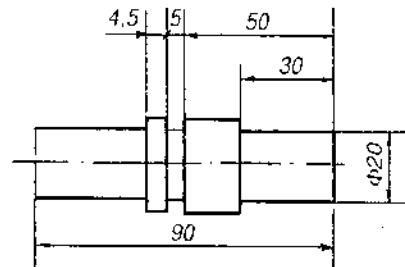
- Đường kích thước: đoạn được ghi kích thước được kẻ song song với đoạn cần ghi kích thước.

- Đường kích thước vẽ bằng nét liền mảnh và giới hạn hai đầu bằng hai mũi tên vẽ chạm đường dóng.

Khi các đường kích thước nối tiếp không đủ chỗ vẽ mũi tên, thì thay mũi tên bằng 1 chấm đậm hoặc một gạch xiên. Có thể kéo dài kích thước và vẽ mũi tên ở ngoài đường dóng kích thước.

Không dùng đường bao, đường trục, đường tâm làm đường ghi kích thước.

- Số đo kích thước: độ lớn kích thước được ghi trên đường kích thước và viết ở khoảng giữa.



Hình 1.1. Cách ghi kích thước bản vẽ

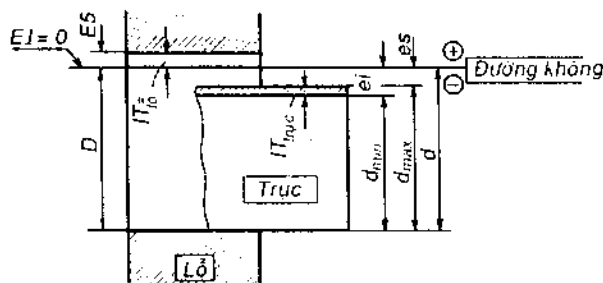
6. Cách ghi sai lệch giới hạn

6.1. Khái niệm

Khi chế tạo sản phẩm người ta không thể thực hiện được các kích thước của nó một cách chính xác tuyệt đối và giống nhau đồng loạt, vì việc gia công phụ thuộc vào nhiều yếu tố khách quan như độ chính xác của máy cắt, của dụng cụ đo, trình độ tay nghề của công nhân và điều kiện làm việc của họ... Thực tế đó buộc người thiết kế phải tính đến một sai số cho phép đối với mỗi kích thước sao cho vẫn đảm bảo tốt *chức năng và giá thành* hợp lý của chi tiết; sai số này được thể hiện bằng yêu cầu dung sai - lắp ghép ghi ở bên cạnh các kích thước trên bản vẽ chi tiết.

1) Các định nghĩa

Hình 1.2 biểu diễn một trục lắp lỏng trong một lỗ, tiết diện của chúng có thể hiểu là tròn hoặc đa giác; sai số kích thước của trục, của lỗ đa giác; sai số kích thước của trục, của lỗ được vẽ to lên bằng miền có gạch chéo. Người ta quy ước ký hiệu các kích thước của trục bằng các chữ in thường, của lỗ bằng các chữ in hoa cùng các định nghĩa sau đây:



Hình 1.2. Biểu diễn lắp ghép lỏng

$D = d$ là kích thước danh nghĩa, nó được chọn theo thiết kế mối ghép trục-lỗ và ứng với *đường không* trên hình vẽ, đường này phân chia hai miền giá trị dương, âm của các sai lệch.

$D_{\max}, d_{\max}$ là kích thước giới hạn lớn nhất.

$D_{\min}, d_{\min}$ là kích thước giới hạn nhỏ nhất.

$IT_{\text{trục}}$ là khoảng dung sai của trục, $IT_{\text{trục}} = d_{\max} - d_{\min}$.

$IT_{\text{lỗ}}$ là khoảng dung sai của lỗ, $IT_{\text{lỗ}} = D_{\max} - D_{\min}$.

(IT được biểu thị bằng miền dung sai có gạch chéo trên sơ đồ, hình 1.2.

lấy theo tiêu chuẩn ISO).

ES, es là sai lệch trên.

EI, ei là sai lệch dưới.

Các trị số sai lệch sẽ mang dấu âm, dương hoặc bằng không tùy theo vị trí của miền dung sai IT đối với đường không: ví dụ, ở hình 1.2 cả hai sai lệch ei, es của trục đều mang dấu âm, còn với lỗ thì ES mang dấu dương và EI = 0.

Kích thước thực là kích thước đo được của chi tiết đã nghiệm thu, nó nằm trong khoảng giữa hai kích thước giới hạn max và min hoặc một trong hai kích thước giới hạn này.

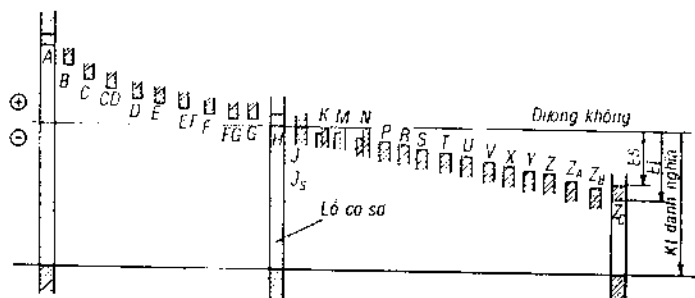
2) Ký hiệu của miền dung sai

Vị trí của miền dung sai có thể ở phía trên, ở phía dưới hoặc chứa đường không; mỗi vị trí được ký hiệu bằng một (hoặc hai) chữ cái La Tinh như trên sơ đồ hình 1.3 a/ cho lỗ và b/ cho trục. Ở đây độc giả nên chú ý nhận xét về đặc điểm của lỗ H và trục h, chúng có miền dung sai bố trí theo nguyên lý tối đa về vật liệu thì EI và ei = 0.

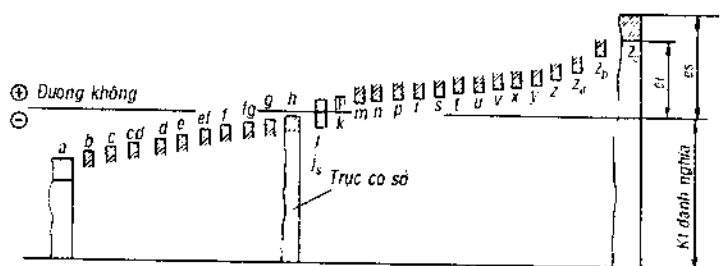
3) Cấp chính xác theo trị số từ nhỏ đến lớn của khoảng dung sai IT (đo bằng micrômet $1\mu\text{m} = 1/1000\text{ mm}$) tính cho mỗi kích thước danh nghĩa, tiêu chuẩn chia ra 20 cấp chính xác theo thứ tự chính xác giảm dần từ cấp 01, 0, 1, 2... đến cấp 18 như trích dẫn trong bảng 1.5.

Bảng 1.5. Khoảng dung sai (IT) μm

D=d Cấp	≤ 3	>3-6	>6-10	>10-18	>18-30	>30-50	>50-80	>80-120	>120-180	>180-250
5	4	6	6	8	9	11	13	15	18	20
6	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29
7	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46
8	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72
9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115
10	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185
11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290
12	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460



a)



b)

Nhận xét

- Lỗ H có $EI = 0$
($D_{\min} = D$) gọi là lỗ cơ sở.
- Lỗ Js có các sai lệch đối xứng
($ES = EI$).
- Trục h có $es = 0$
($d_{\max} = d$) gọi là trục cơ sở.
- Trục js có các sai lệch đối xứng
($es = ei$).

Hình 1.3. Miền dung sai

Trong thực tế, các cấp chính xác từ 01 đến 5 thực hiện cho các dụng cụ đo, kiểm; từ cấp 6 đến 14 phổ biến trong lắp ghép; từ cấp 15 trở lên là dung sai cho các kích thước tự do (không lắp ghép).

4) Lắp ghép

Lỗ và trục lắp ghép với nhau theo các kiểu lắp thuộc một trong 3 dạng sau (hình 1.3).

a. **Lắp lỏng** khi kích thước trục nhỏ hơn kích thước lỗ, giữa hai chi tiết có độ hở, chúng có thể chuyển động tương đối với nhau. Ở dạng này các lỗ có miền dung sai A, B,..., G, H hoặc các trục có miền dung sai a, b,..., g, h.

b. **Lắp chặt** khi kích thước trục lớn hơn kích thước lỗ, giữa hai chi tiết có độ dôi, muốn ghép hai chi tiết với nhau cần dùng lực ép hoặc gia công nhiệt cho lỗ. Ở dạng này các lỗ có miền dung sai P,..., Z_e hoặc các trục có miền dung sai p,..., z_e.

c. *Lắp trung gian* khi kích thước trục và lỗ xấp xỉ nhau, giữa hai chi tiết thực tế có độ hở hoặc độ dôi rất nhỏ; ở dạng này các lỗ có miền dung sai Js, K, M, N hoặc các trục có miền dung sai js, k, m, n.

5) Độ nhám bề mặt

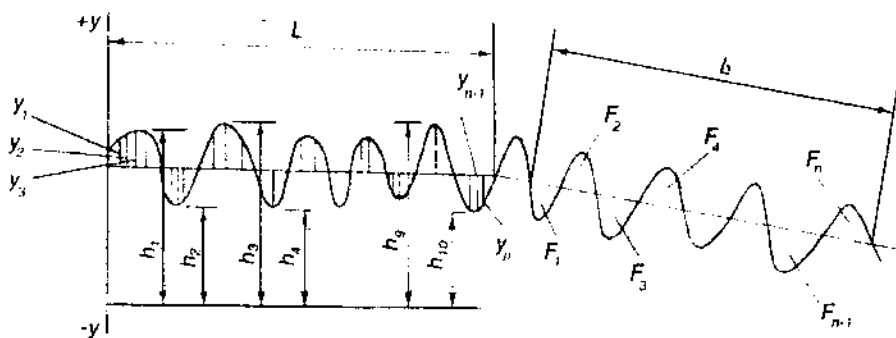
Mức độ nhẵn bóng hay nói ngược lại là độ nhám của bề mặt trên chi tiết máy được người thiết kế định ra do dựa vào yêu cầu sử dụng của từng bề mặt trong lắp ghép.

Thông số đo độ nhám thường dùng là R_a hoặc R_z trong TCVN 2511-78; đó là các trị số mấp mô đo được theo hai cách khác nhau trên một chiều dài quy định L của một mặt cắt bề mặt đã phóng to (hình 1.4).

$R_a = \frac{y_1 + \dots + y_n}{n}$ là sai lệch trung bình số học của prôfin.

$R_z = \frac{(h_1 + \dots + h_9) - (h_2 + \dots + h_{10})}{5}$ là chiều cao của mấp mô theo 10 điểm của prôfin.

Các trị số đo được tính bằng micrômet (μm).



Hình 1.4. Độ nhám bề mặt

Theo thứ tự giảm dần của R_a và R_z , tiêu chuẩn phân chia ra 14 cấp độ nhám như trong bảng 1.6. Bảng này còn có chỉ dẫn về độ nhám của các phương pháp gia công và mức độ ứng dụng các cấp độ nhám.

Bảng 1.6. Nhám bề mặt

Cấp	Trị số nhám (μm)		Chiều dài chuẩn (mm)	Phương pháp gia công	Ứng dụng
	R_a	R_z			
1 2 3		320-160 160-80 80-40	8	Tiên thô khoan, cưa, giũa	Các bề mặt không tiếp xúc hay tiếp xúc không quan trọng như: chân máy, giá đỡ, nắp...
4 5		40-20 20-10	2,5	Tiên tinh, giũa sạch	Các bề mặt tiếp xúc tĩnh hay động như: mặt trục vít, mặt mút bánh răng...
6 7 8	2,5-1,5 1,25-0,63 0,63-0,32		0,8	Mài, đánh bóng	Bề mặt tiếp xúc động với vận tốc cao như mặt răng, mặt chốt côn, mặt pittông...
9 10 11 12	0,32-0,16 0,16-0,08 0,08-0,04 0,04-0,02		0,25	Mài tinh và các phương pháp khác	Bề mặt nút van, bi, con lăn...
13 14		0,100-0,050 0,050-0,025	0,08		Bề mặt làm việc của các dụng cụ đo, kiểm, mẫu...

Ký hiệu nhám bề mặt trên bản vẽ gồm thông số nhám kèm với dấu hiệu quy ước theo TCVN 18-78 như sau:

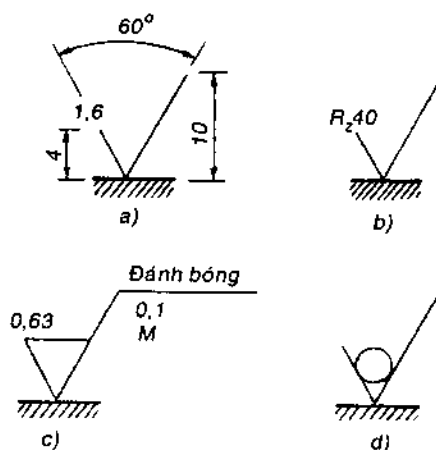
* Ký hiệu thường dùng như trên hình 1.5, trên đó nếu chỉ ghi trị số nhám (ví dụ 1,6 ở hình 1.5a) thì trị số này được hiểu là R_a .

* Các trường hợp khác ký hiệu như sau:

a. Khi cần chỉ rõ cách gia công nhám có cắt bỏ một lớp vật liệu thì dùng hình 1.5c.

b. Khi không cắt bỏ lớp vật liệu nào (để nguyên phôi...) thì dùng hình 1.5d.

Chiều ghi của ký hiệu phải



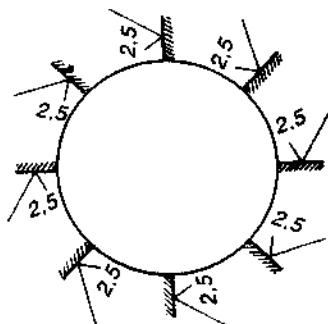
Hình 1.5. Ký hiệu độ nhám bề mặt

theo quy định trên hình 1.6 để đảm bảo viết con số đúng chiều ghi kích thước.

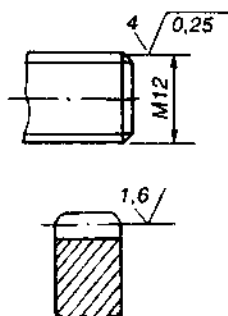
c. Ghi nhám cho bề mặt ren, bề mặt răng như hình 1.7.

d. Độ nhám tất cả các bề mặt của chi tiết đều giống nhau thì ghi độ nhám chung ở góc trên bên phải của bản vẽ như hình 1.8a.

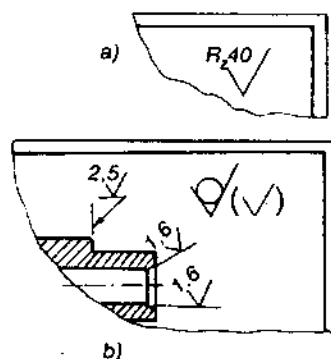
e. Ngoài độ nhám của một số bề mặt đã ghi trên hình 1.8a, độ nhám chung của các bề mặt còn lại được ghi như ở hình 1.8b.



Hình 1.6



Hình 1.7



Hình 1.8

6.2. Ghi sai lệch giới hạn kích thước

TCVN 9-85 qui định cách ghi sai lệch giới hạn kích thước như sau:

- Trên bản vẽ chi tiết

Sai lệch giới hạn kích thước được ghi trực tiếp sau kích thước danh nghĩa và được ghi bằng ký hiệu qui ước của tiêu chuẩn dung sai và lắp ghép hoặc ghi bằng trị số sai lệch giới hạn kích thước.

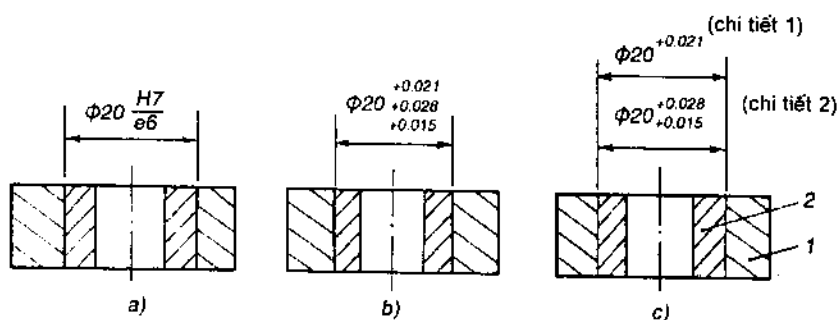
Ví dụ: $\varnothing 50h7$; $10d10$ hoặc ghi $50_{-0,025}^{+0,030}$; $10_{-0,0078}^{+0,0030}$

- Trên bản vẽ lắp

Có thể ghi theo các cách sau đây:

+ Ghi dưới dạng phân số: tử số là ký hiệu miền dung sai của lỗ, mẫu số là ký hiệu miền dung sai của trục (hình 1.9a). Hoặc tử số là trị số sai lệch của lỗ, mẫu số là trị số sai lệch của trục (hình 1.9b).

+ Ghi dưới dạng diễn giải: chỉ số sai lệch của một chi tiết (hình 1.9c).



Hình 1.9. Ghi kích thước và sai lệch kích thước

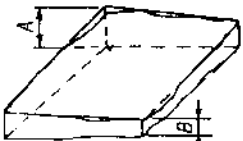
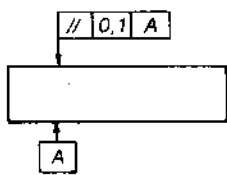
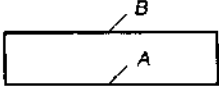
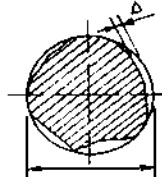
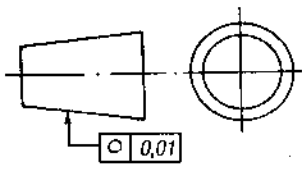
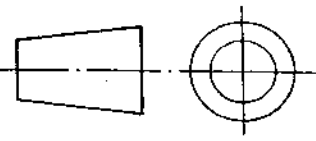
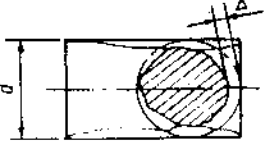
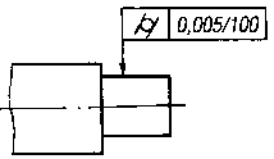
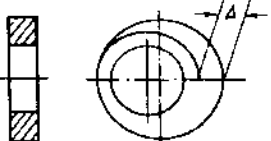
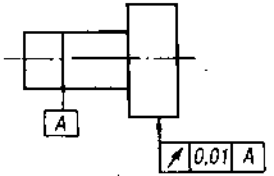
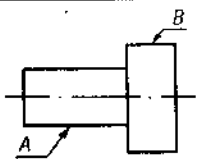
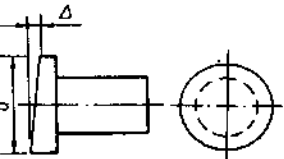
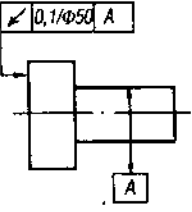
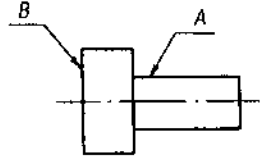
6.3. Ghi sai lệch giới hạn về hình dáng và vị trí bề mặt

TCVN 10-74 qui định các dấu hiệu và cách ghi sai lệch giới hạn về hình dáng và vị trí bề mặt của sản phẩm trên các bản vẽ như ở bảng 1.7.

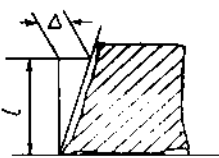
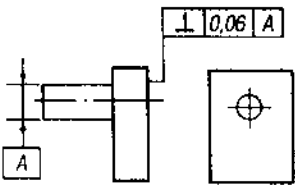
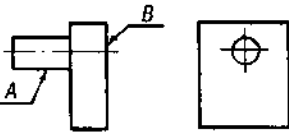
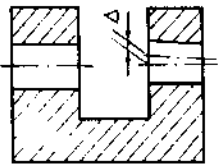
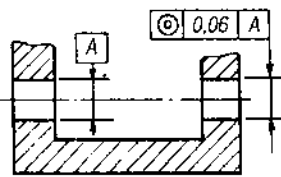
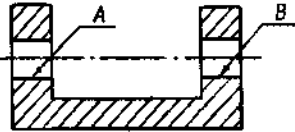
Bảng 1.7. Cách ghi sai lệch hình dáng vị trí bề mặt.

Nº	Tên gọi	Ký hiệu
1	Độ không thẳng	—
2	Độ không phẳng	▭
3	Độ không tròn	○
4	Độ không trụ	⊗
5	Độ không song song	//
6	Độ không vuông góc	⊥
7	Độ không đồng trục	◎
8	Độ không đối xứng	÷
9	Độ không cắt nhau	×
10	Độ đảo hướng kính	↗
11	Độ lệch trục	+

Một số chỉ dẫn sai lệch cụ thể được giải thích trong các ví dụ hình 1.10.

Tên gọi	Ghi trên hình vẽ	Ghi trong yêu cầu kỹ thuật
 Độ không song song $\Delta = A \cdot B$		 Độ không song song giữa mặt B và A không lớn hơn 0,1 mm
 Độ không tròn		 Độ không tròn của mặt côn không lớn hơn 0,01 mm
 Độ không trụ		 Độ không trụ của mặt A không lớn hơn 0,005 mm trên chiều dài 100 mm
 Độ đảo hướng kính		 Độ đảo hướng kính của mặt B đối với A không lớn hơn 0,01 mm
 Độ đảo mặt mũi		 Độ đảo mặt mũi của mặt B đối với đường trục của mặt A không lớn hơn 0,1 trên đường kính Φ50

Hình 1.10. Các chỉ dẫn sai lệch.

Tên gọi	Ghi trên hình vẽ	Ghi trong yêu cầu kỹ thuật
 Độ không vuông góc		 Độ không vuông góc của mặt B đối với đường trục của mặt A không lớn hơn 0,06mm
 Độ không đồng trục		 Độ không đồng trục của lỗ B đối với lỗ A không lớn hơn 0,06mm

Hình 1.10. Các chỉ dẫn sai lệch (tiếp)

7. Hình chiếu cơ bản trên bản vẽ

TCVN 5-74 qui định các hình chiếu cơ bản gồm 6 hình sau:

Hình chiếu từ phía trước (hình chiếu đứng, hình 1.11(1)).

Hình chiếu từ phía trên (hình chiếu bằng, hình 1.11(2)).

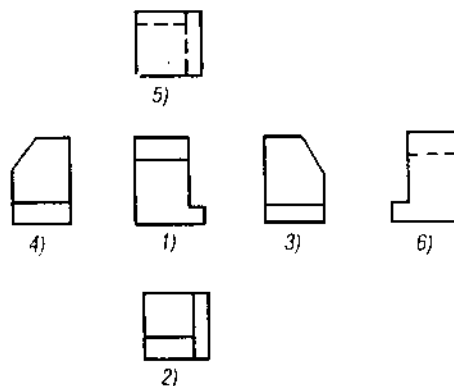
Hình chiếu từ phía trái (hình chiếu cạnh, hình 1.11(3)).

Hình chiếu từ phía phải (hình 1.11(4)).

Hình chiếu từ phía dưới (hình 1.11(5)).

Hình chiếu từ phía sau (hình 1.11(6)).

Ví dụ ở hình 1.11 là 6 hình chiếu cơ bản của vật thể. Ngoài ra trên bản vẽ còn tồn tại các hình chiếu phụ, các mặt cắt, hình cắt và hình trích.



Hình 1.11. Các hình chiếu cơ bản trên bản vẽ

8. Vẽ hình cơ bản và hình khai triển

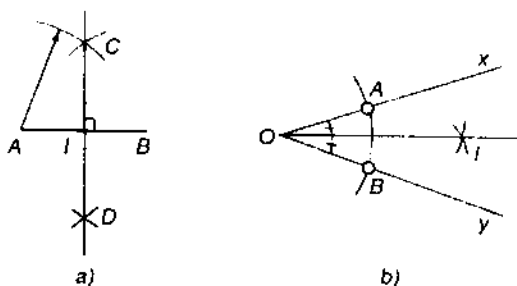
Trong các kết cấu máy, đặc biệt các kết cấu thùng, thường phải vẽ các hình cơ bản hoặc khai triển một hình thể. Chúng tôi xin giới thiệu một số hình thường gặp.

8.1. Chia đôi một đoạn thẳng (vẽ đường trung trực) (hình 1.12a).

Đoạn CD là trung trực của đường AB. Điểm I là điểm giữa của AB.

8.2. Chia đôi góc (vẽ đường phân giác) (hình 1.12b).

OI là đường phân giác của góc $\widehat{XOY}$.

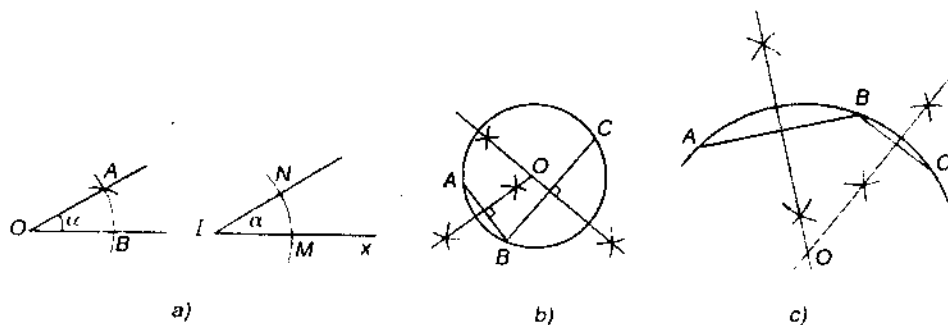


Hình 1.12. a) Chia đôi đoạn thẳng;
b) Chia đôi góc

8.3. Dựng một góc bằng góc α cho trước (hình 1.13a)

Cung tròn tâm I, bán kính IM = OB cắt cung tròn tâm M bán kính AB tại N. Góc $\widehat{MIN} = \widehat{AOB} = \alpha$

8.4. Xác định tâm đường tròn (hình 1.13b, c).



Hình 1.13. a) dựng góc; b) xác định tâm vòng tròn; c) tâm cung tròn

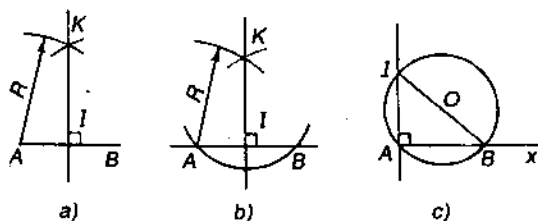
Các đường trung trực của AB và BC cắt nhau tại O. Điểm O là tâm của đường tròn cung tròn qua 3 điểm A, B, C.

8.5. Vẽ các đường vuông góc
(hình 1.14).

Qua một điểm I trên đường thẳng AB (hình 1.14a).

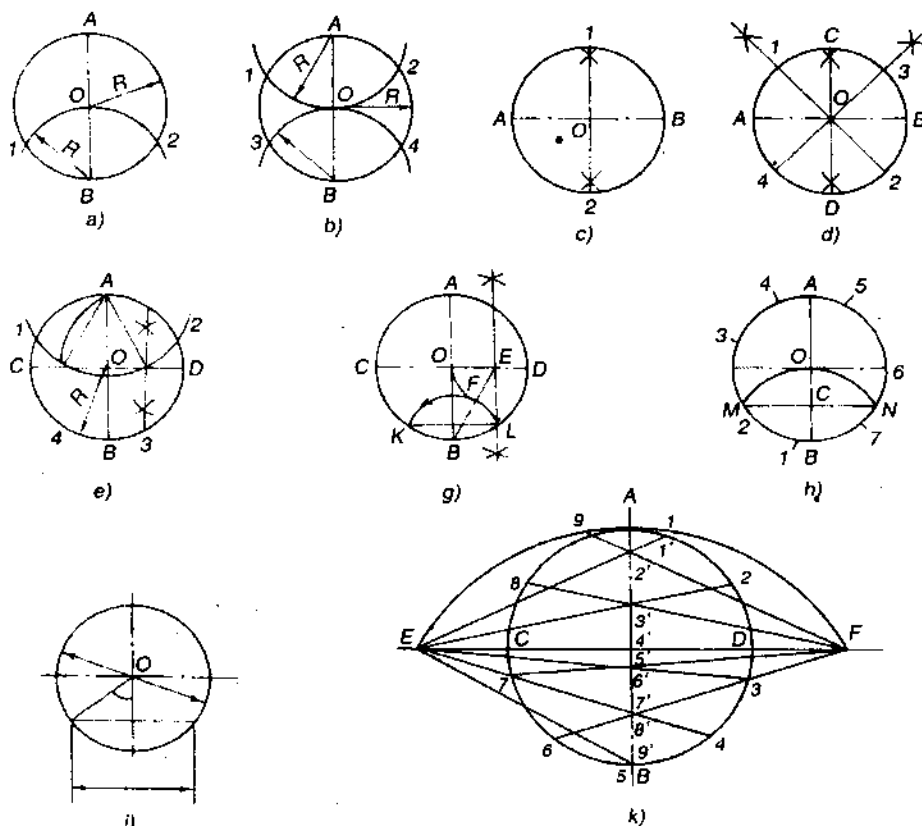
Qua một điểm I ở ngoài đường thẳng AB (hình 1.14b).

Qua điểm A của một đoạn thẳng AB (hình 1.14c).



Hình 1.14. Vẽ các đường vuông góc

8.6. Chia đều đường tròn (hình 1.15)



Hình 1.15. Chia đều đường tròn thành n phần

Chia đường tròn ra 3, 6 phần bằng nhau: hình 1.15a, b.

Chia đường tròn ra 4, 8 phần bằng nhau: hình 1.15c, d.

Chia đường tròn ra 5, 10, 7 phần bằng nhau: hình 1.15e, g, h.

Chia đường tròn ra n phần bằng nhau: hình 1.15i.

Chia đường tròn thành 9 phần bằng nhau: hình 1.15k.

Các đỉnh đa giác n cạnh nối tiếp trong đường tròn đường kính D chia đường tròn ra n phần bằng nhau, hình 1.15i:

$$\text{Cạnh đa giác: } a_n = D \sin \frac{180^\circ}{n} = D.K$$

K là hệ số chia đều đường tròn.

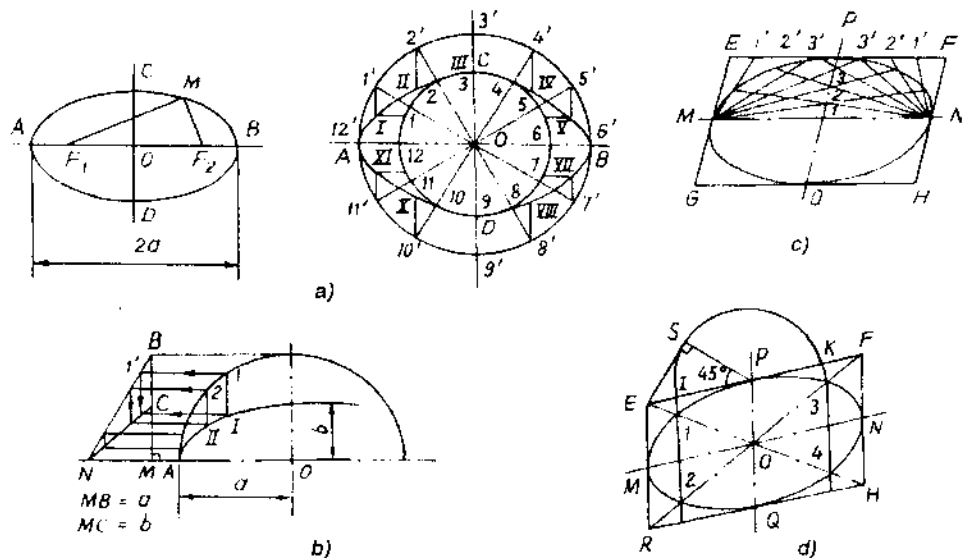
Ví dụ, chia đều $n = 19$ phần đường tròn đường kính $D = 80 \text{ mm}$ và $K = 0,1646$. Do đó $a_n = D.K = 80.0,1646 = 13,2 \text{ mm}$.

8.7. Vẽ các đường cong thường dùng

a) Vẽ đường elip

+ Vẽ đường elip biết hai trục (hình 1.16 a, b).

+ Vẽ đường elip biết hai đường kính liên hợp:



Hình 1.16. Vẽ đường elip

- Phương pháp hai chùm tia: hình 1.16 c.

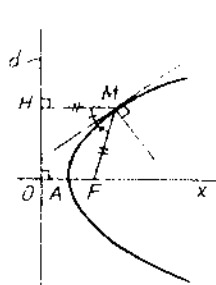
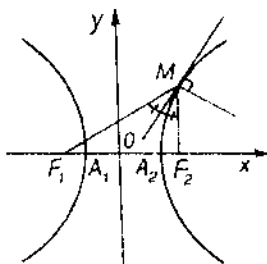
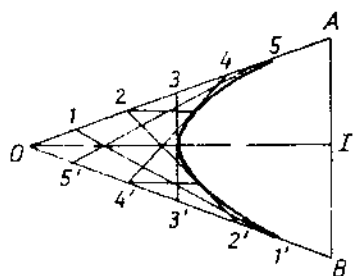
- Phương pháp tâm điểm: hình 1.16 d.

b) Vẽ đường parabol

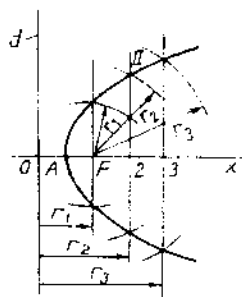
Vẽ đường parabol biết tiêu điểm F và đường chuẩn d , (hình 1.17).

c) Vẽ đường hypecbon

Vẽ đường hypecbon biết hai tiêu điểm và hai đỉnh (hình 1.18)

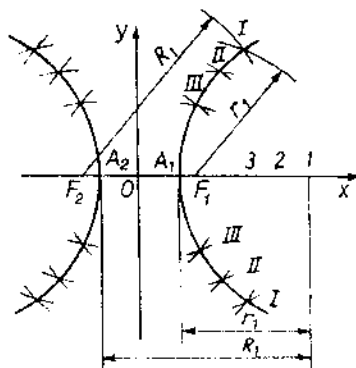
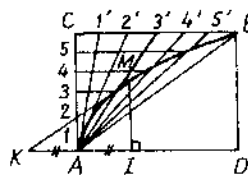


a)



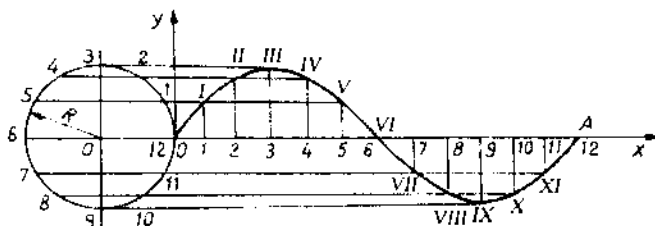
b)

Hình 1.17. Vẽ đường parabol.



Hình 1.18. Vẽ đường hypecbon

d) Vẽ đường sin (hình 1.19)

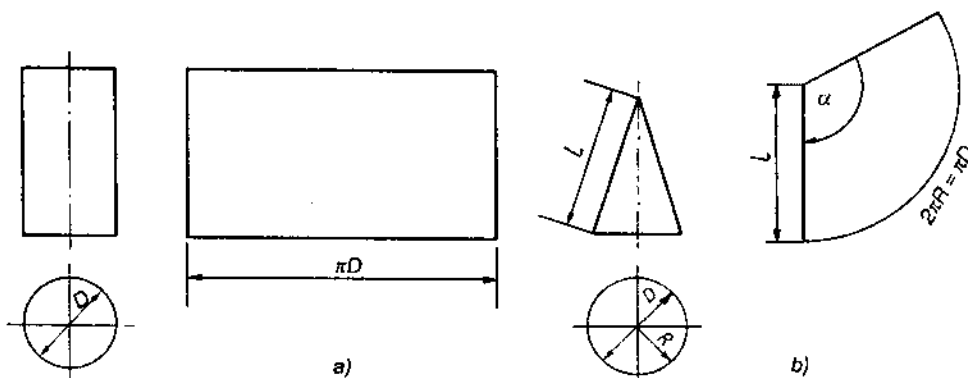


Hình 1.19. Vẽ đường sin

e) Vẽ khai triển hình khối

+ Vẽ khai triển hình trụ (hình 1.20a).

+ Vẽ khai triển hình nón (hình 1.20b)



Hình 1.20. Vẽ khai triển hình trụ a); khai triển hình nón b)

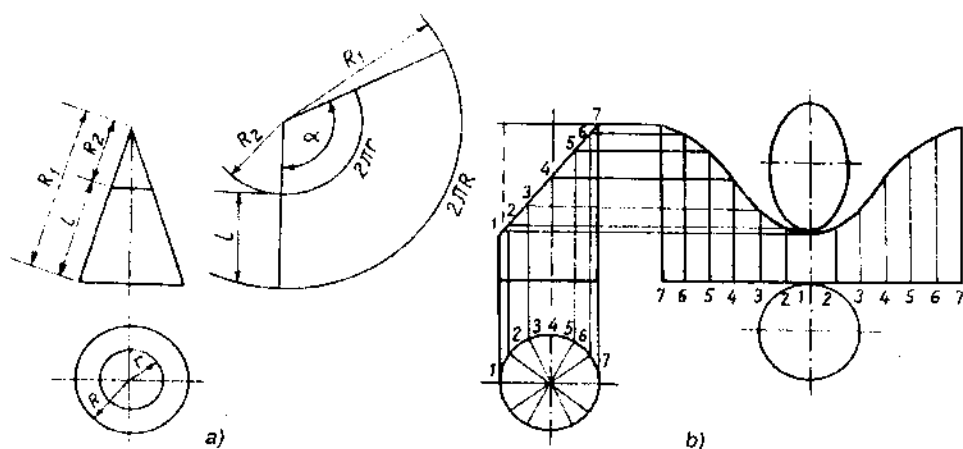
+ Vẽ khai triển hình nón cụt (hình 1.21a):

$$R_1 = \frac{l \cdot R}{R - r}; R_2 = R_1 - l; \alpha = \frac{360^\circ \cdot R}{R_1} = \frac{360^\circ (R - r)}{l}$$

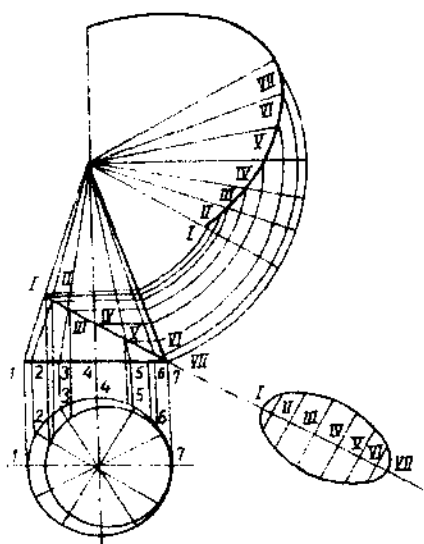
+ Vẽ khai triển hình trụ đáy bằng mặt vát (hình 1.21b).

+ Vẽ khai triển hình nón đáy vát (hình 1.22).

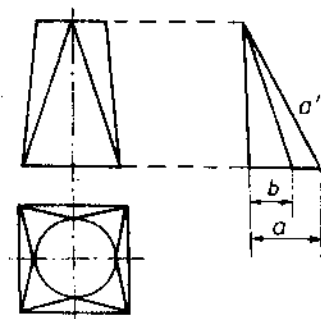
+ Vẽ khai triển hình đáy vuông miệng tròn (hình 1.23).



Hình 1.21. a) Vẽ khai triển hình nón cụt; b) Vẽ khai triển hình trụ mặt vát.



Hình 1.22. Vẽ khai triển hình nón đáy vát



Hình 1.23. Vẽ khai triển hình nón cụt đáy vuông miệng tròn

II. QUY ƯỚC KÝ HIỆU MỐI HÀN

1. Cách biểu diễn mối hàn trên bản vẽ

1.1. Không phụ thuộc vào phương pháp hàn, các mối hàn trên bản vẽ được quy ước biểu diễn như sau:

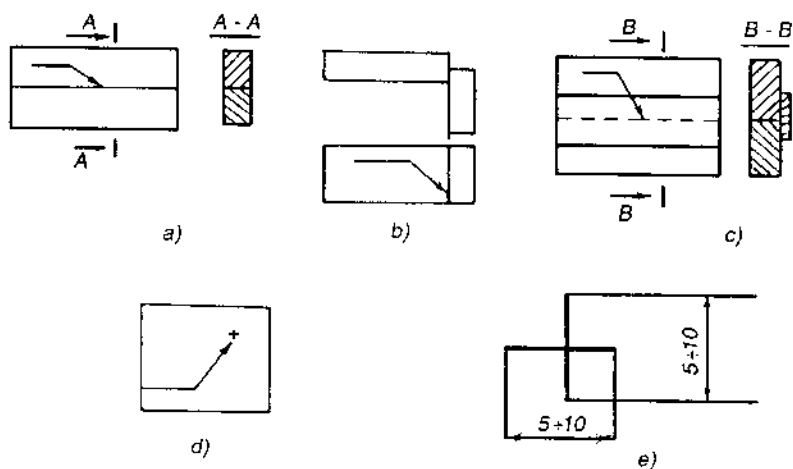
Mối nhìn thấy - được biểu diễn bằng "nét liền cơ bản" (hình 1.24 a, b).

Mối khuất - được biểu diễn bằng "nét đứt" (hình 1.24 c).

1.2. Không phụ thuộc vào phương pháp hàn, các điểm hàn (các mối hàn điểm) trên bản vẽ được quy ước biểu diễn như sau:

Điểm nhìn thấy - được biểu diễn bằng dấu "+" (hình 1.24 d) dấu này được biểu thị bằng "nét liền cơ bản" (hình 1.24 e).

1.3. Để chỉ mối hàn hay điểm hàn, quy ước dùng một "đường dóng" và "nét gạch ngang" của đường dóng. Nét gạch ngang này được kẻ song song với đường bằng của bản vẽ, tận cùng của đường dóng có một nửa mũi tên chỉ vào vị trí của mối hàn (hình 1.24 d).

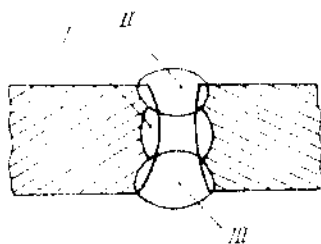


Hình 1.24. Biểu diễn mối hàn trên bản vẽ.

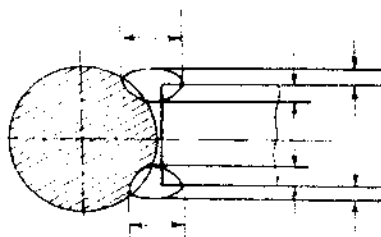
1.4. Để biểu diễn mối hàn nhiều lớp, qui ước dùng các đường viền riêng và các chữ số La Mã để chỉ thứ tự các lớp hàn (hình 1.25).

1.5. Đối với các mối hàn phi tiêu chuẩn (do người thiết kế qui định) cần phải chỉ dẫn kích thước các phần tử kết cấu chúng trên bản vẽ (hình 1.26).

1.6. Giới hạn của mối hàn qui ước biểu thị bằng "nét liền cơ bản", còn giới hạn các phần tử kết cấu của mối hàn biểu thị bằng "nét liền mảnh".



Hình 1.25



Hình 1.26

2. Qui ước ký hiệu mối hàn trên bản vẽ

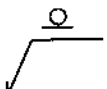
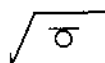
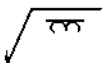
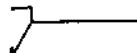
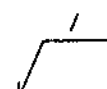
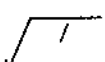
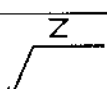
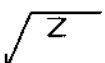
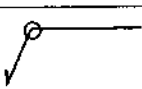
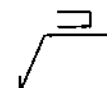
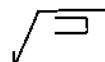
2.1. Cấu trúc qui ước ký hiệu mối hàn tiêu chuẩn chỉ dẫn trên hình 1.27.

2.2. Cấu trúc qui định ký hiệu mối hàn phi tiêu chuẩn chỉ dẫn trên hình 1.28. Phương pháp hàn để hàn mối hàn này phải chỉ dẫn trong *điều kiện kỹ*

thuật của bản vẽ.

2.3. Những qui ước ký hiệu phụ để ký hiệu mối hàn được chỉ dẫn trong bảng 1.8.

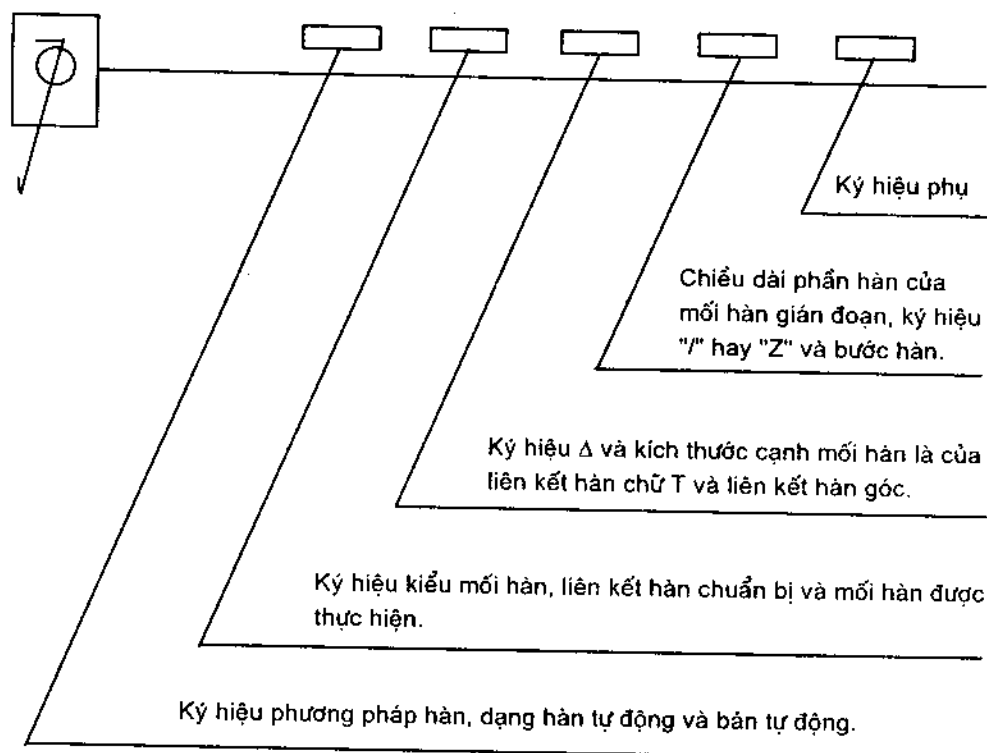
Bảng 1.8. Ký hiệu mối hàn

Ký hiệu phụ	Ý nghĩa của ký hiệu phụ	Vị trí ký hiệu phụ *	
		phía chính	phía phụ
	Phần lồi của mối hàn được cắt đi cho bằng với bề mặt kim loại cơ bản		
	Mối hàn được gia công để có sự chuyển tiếp đều từ kim loại mối hàn đến kim loại cơ bản		
	Mối hàn được thực hiện khi lắp ráp		
	Mối hàn gián đoạn phân bố theo kiểu mắt xích Góc nghiêng ký hiệu so với nét gạch ngang của đường đồng chỉ vị trí hàn là 60°		
	Mối hàn gián đoạn hay các điểm hàn phân bố so le		
	Mối hàn được thực hiện theo đường chu vi kín. Đường kính của ký hiệu $d = 3 \div 4$ mm		
	Mối hàn được thực hiện theo đường chu vi hở. Ký hiệu này chỉ dùng đối với mối hàn nhìn thấy. Kích thước của ký hiệu qui định: cao từ $3 \div 5$ mm dài từ $6 \div 10$ mm		

* Phía chính và phía phụ ở đây được qui ước như sau:

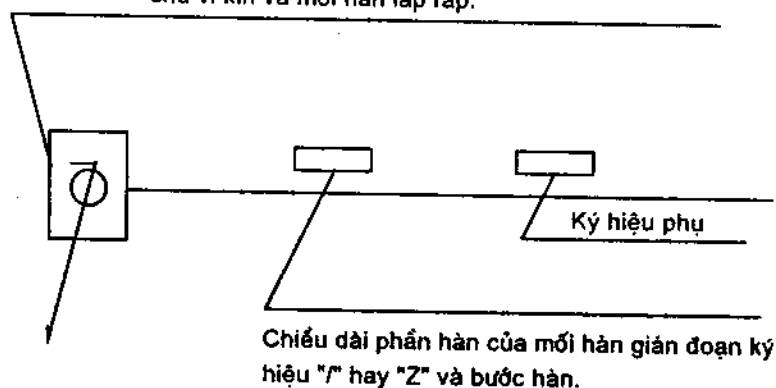
- + Đối với mối hàn, hàn cả hai phía nhưng không đối xứng thì phía chính là phía mà mối hàn có chiều sâu lớn hơn.
- + Đối với mối hàn, hàn một phía thì phía chính là phía được thực hiện hàn.
- + Đối với mối hàn, hàn cả hai phía đối xứng thì phía chính hay phía phụ là phía bất kỳ, tức là phía này là chính thì phía đối diện là phụ.

Ký hiệu phụ của mỗi hàn thực hiện theo đường chu vi kín và mỗi hàn lắp ráp.



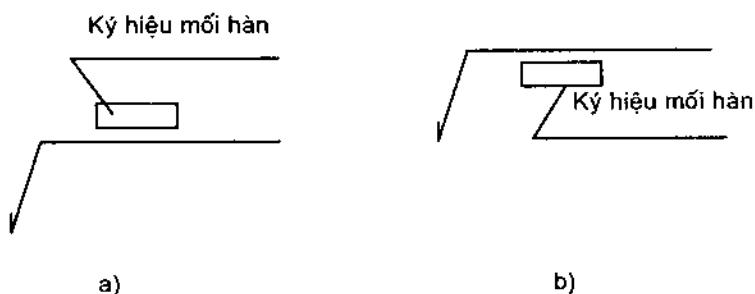
Hình 1.27

Ký hiệu phụ của mỗi hàn thực hiện theo đường chu vi kín và mỗi hàn lắp ráp.



Hình 1.28

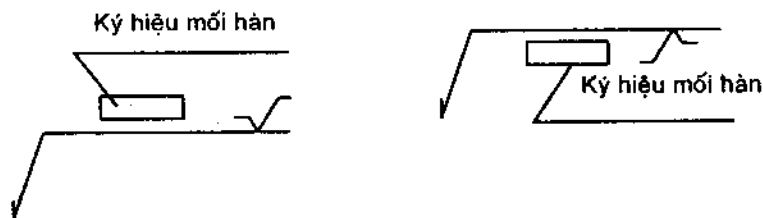
2.4. Qui ước ký hiệu mối hàn đối với phía chính ghi ở trên (hình 1.29.a) và đối với phía phụ ghi ở dưới (hình 1.29b) nét gạch ngang của đường dóng chỉ vị trí hàn.



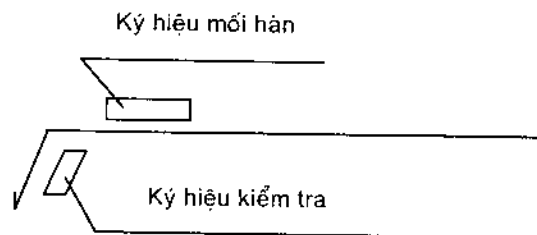
Hình 1.29

2.5. Độ nhấn bề mặt gia công của mối hàn có thể ghi ở phía trên hay phía dưới nét gạch ngang của đường dóng chỉ vị trí hàn và được đặt sau ký hiệu mối hàn (hình 1.30) hoặc cũng có thể chỉ dẫn trong *điều kiện kỹ thuật* trên bản vẽ mà không cần ghi ký hiệu.

2.6. Nếu mối hàn có qui định kiểm tra thì ký hiệu này được ghi ở phía dưới đường dóng chỉ vị trí hàn (hình 1.31).

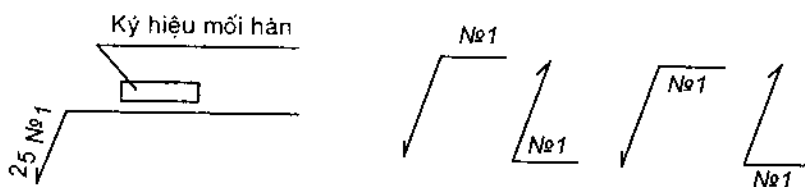


Hình 1.30



Hình 1.31

2.7. Nếu trên bản vẽ có các mối hàn giống nhau** thì chỉ cần ghi số lượng và số hiệu của chúng. Ký hiệu này có thể ghi ở phía trên nét vạch ngang của đường dóng chỉ vị trí (nếu ở đó không ghi ký hiệu mối hàn) hoặc ghi ở phía trên đường dóng chỉ vị trí hàn (nếu ở phía trên nét gạch ngang của đường này có ghi ký hiệu mối hàn (hình 1.32).



Hình 1.32

2.8. Vật liệu hàn (que hàn, dây hàn, thuốc hàn, thuốc bọc, v.v...) có thể chỉ dẫn trong **điều kiện kỹ thuật** trên bản vẽ hoặc có thể không cần phải chỉ dẫn.

2.9. Hiện nay có nhiều phương pháp hàn và dạng hàn khác nhau, song với yêu cầu nội dung của bản thiết kế đồ án môn học "Công nghệ hàn điện nóng chảy" chúng tôi tạm thời qui định một số qui ước để ký hiệu một số

** Các mối hàn được xem là giống nhau, nếu:

- 1) Kiểu và kích thước các phần tử kết cấu của chúng trong tiết diện ngang là như nhau.
- 2) Chúng đều có **điều kiện kỹ thuật** giống nhau.
- 3) Chúng đều có cùng một ký hiệu.

phương pháp hàn và dạng hàn cơ bản cũng như kiểu liên kết hàn thường dùng nhất như sau:

a) Dùng chữ cái in hoa có thể không có hoặc có chỉ số là các chữ in thường để ký hiệu phương pháp hàn và dạng hàn:

- T - hàn hồ quang tay.
- D - hàn tự động dưới lớp thuốc, không dùng tấm lót đệm thuốc hay hàn đính trước.
- D_t - hàn tự động dưới lớp thuốc dùng tấm lót bằng thép.
- D_{dt} - hàn tự động dưới lớp thuốc dùng tấm lót đồng - thuốc liên hợp.
- D_d - hàn tự động dưới lớp thuốc dùng đệm thuốc.
- D_h - hàn tự động dưới lớp thuốc có hàn đính trước.
- D_{hv} - hàn tự động trong môi trường khí bảo vệ.
- B - hàn bán tự động dưới lớp thuốc, không dùng tấm lót, đệm thuốc hay hàn đính trước.
- B_t - hàn bán tự động dưới lớp thuốc dùng tấm lót bằng thép.
- B_{dt} - hàn bán tự động dưới lớp thuốc dùng tấm lót đồng - thuốc liên hợp.
- B_d - hàn bán tự động dưới lớp thuốc dùng đệm thuốc.
- B_h - hàn bán tự động dưới lớp thuốc có hàn đính trước.
- B_{hv} - hàn bán tự động trong môi trường khí bảo vệ.
- X_d - hàn xỉ điện bằng điện cực dây.
- X_t - hàn xỉ điện bằng điện cực tấm.
- X_{dt} - hàn xỉ điện bằng điện cực tấm dây liên hợp.

b) Dùng các chữ cái in thường sau đây, có kèm theo các chữ số chỉ kiểu liên kết hàn.

- m - liên kết hàn giáp mối.
- t - liên kết hàn chữ T.
- g - liên kết hàn góc.
- c - liên kết hàn chồng.

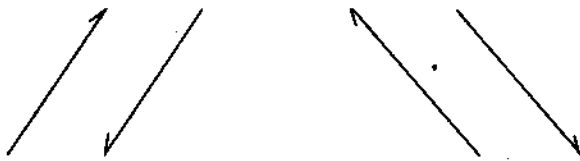
đ - liên kết hàn tán đỉnh.

2.10. Tất cả các ký hiệu phụ, các chữ số cũng như các chữ (trừ các chỉ số) trong ký hiệu mối hàn, qui định có chiều cao bằng nhau ($3 \div 5\text{mm}$) và được biểu thị bằng nét liền mảnh.

3. Sự đơn giản hóa ký hiệu mối hàn

3.1. Nếu tất cả các mối hàn trên bản vẽ cùng được thực hiện theo một tiêu chuẩn hay một qui định nào đó thì chỉ cần chỉ dẫn trong *điều kiện kỹ thuật* mà không cần ghi ký hiệu.

3.2. Nếu tất cả các mối hàn trên bản vẽ đều giống nhau và cùng được ký hiệu về một phía (trên hoặc dưới) nét gạch ngang của đường dóng chỉ vị trí hàn thì không cần biểu thị bằng đường dóng vị trí hàn như hình 1.33.



Hình 1.33

3.3. Nếu các mối hàn phân bố trên hai phần đối xứng của kết cấu hàn giống nhau thì chỉ cần ghi ký hiệu mối hàn trên một phần đối xứng là đủ.

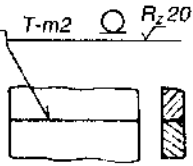
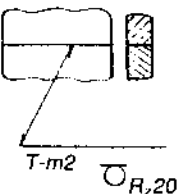
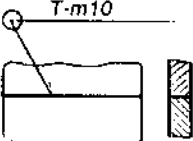
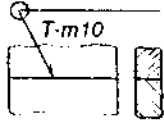
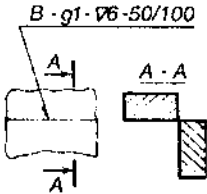
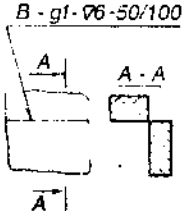
3.4. Nếu kết cấu hàn có nhiều bộ phận mà các bộ phận hàn bằng các mối hàn như nhau thì chỉ cần ghi ký hiệu cho một bộ phận nào đó là đủ.

3.5. Nếu các mối hàn trên bản vẽ chỉ cần xác định riêng về vị trí hàn trong không gian, phương pháp hàn hay kiểu liên kết hàn, v.v... thì cho phép không cần ghi ký hiệu mà chỉ cần chỉ dẫn trong *điều kiện kỹ thuật*.

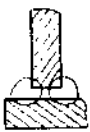
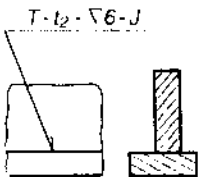
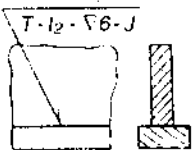
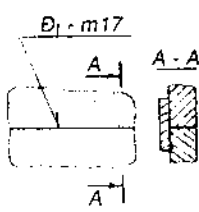
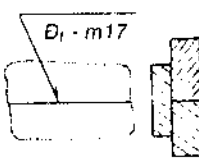
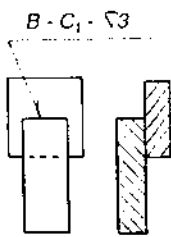
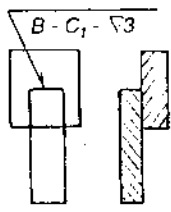
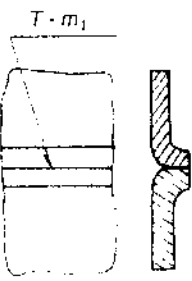
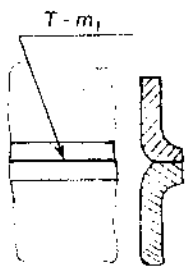
3.6. Nếu tất cả các mối hàn hay nhóm mối hàn nào đó đều có yêu cầu kỹ thuật giống nhau thì chỉ cần chỉ dẫn một lần trong *điều kiện kỹ thuật* trên bản vẽ.

4. Một số ví dụ về cách ghi ký hiệu mối hàn trên bản vẽ (bảng 1.9)

Bảng 1.9. Cách ghi ký hiệu mối hàn (TCVN 1691-75)

Đặc tính của liên kết hàn	Tiết diện ngang của mối hàn	Ký hiệu qui ước mối hàn trên bản vẽ	
		Mặt chính	Mặt phụ
Liên kết hàn giáp mối không vát mép hàn cả hai mặt. Mối hàn được thực hiện bằng phương pháp hàn hồ quang tay khi lắp ráp. Sau khi hàn xong, gia công mối hàn cho bằng với bề mặt kim loại cơ bản. Độ nhẵn bề mặt gia công của mối hàn: - Mặt chính: $R_z = 20 \mu\text{m}$ - Mặt phụ: $R_z = 20 \mu\text{m}$			
Liên kết hàn giáp mối vát mép hai chi tiết ở một mặt, hàn cả hai mặt. Mối hàn được thực hiện bằng phương pháp hàn hồ quang tay theo đường chu vi kín.			
Liên kết hàn góc không vát mép, hàn cả hai mặt. Mối hàn gián đoạn được thực hiện bằng phương pháp hàn bán tự động dưới lớp thuốc không dùng tấm lót, không đệm thuốc và không hàn đính trước.			

Bảng 1.9 (tiếp)

Đặc tính của liên kết hàn	Tiết diện ngang của mối hàn	Ký hiệu qui ước mối hàn trên bản vẽ	
		Mặt chính	Mặt phụ
Liên kết hàn chữ T không vát mép, hàn cả hai mặt. Mối hàn được thực hiện bằng phương pháp hàn hồ quang tay theo đường chu vi hở. Cạnh nối hàn: $K = 6 \text{ mm}$.			
Liên kết hàn giáp mối vát mép hai chi tiết ở một mặt. Hàn một mặt. Mối hàn được thực hiện bằng phương pháp hàn tự động dưới lớp thuốc có dùng tấm lót bằng thép.			
Liên kết hàn chồng không vát mép. Hàn một mặt. Mối hàn được thực hiện bằng phương pháp hàn bán tự động không dùng tấm lót, không đệm thuốc hay hàn đính trước. Cạnh mối hàn: $K = 3 \text{ mm}$			
Liên kết hàn giáp mối vát mép cả hai chi tiết ở một mặt. Hàn một mặt. Mối hàn được thực hiện bằng phương pháp hàn hồ quang tay.			

5. Ký hiệu tiêu chuẩn của một số nước

5.1. Tiêu chuẩn Anh BS.4871

Theo tiêu chuẩn này, các tư thế hàn cơ bản khi hàn hồ quang được ký hiệu như sau:

Hàn sắp:	D.
Hàn ngang :	X.
Hàn đứng từ dưới lên:	V_u .
Hàn đứng từ trên xuống :	V_d .
Hàn trần:	O.

Các tư thế khác cũng được qui định như sau:

Mỗi hàn (1G, 1F) cho tư thế hàn D.

Mỗi hàn (2G, 2F) cho tư thế hàn X.

Mỗi hàn (4G, 4F) cho tư thế hàn O.

Mỗi hàn (3G, 3F) cho tư thế hàn V_u và V_d .

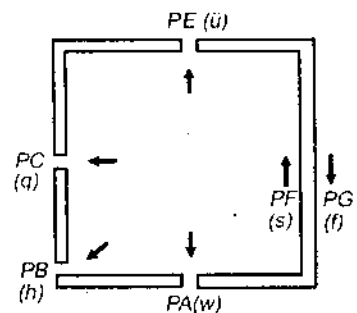
5.2. Tiêu chuẩn Nhật JIS Z3201

Các ký hiệu mối hàn trên bản vẽ theo tiêu chuẩn này được biểu thị trên bảng 1.10.

5.3. Tiêu chuẩn Đức DIN 1912

Tư thế hàn cơ bản khi hàn hồ quang được ký hiệu như sau:

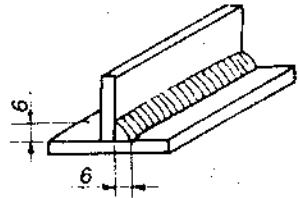
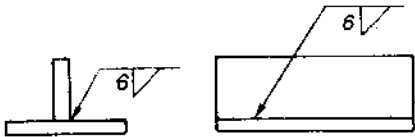
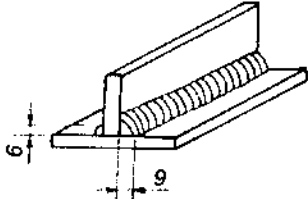
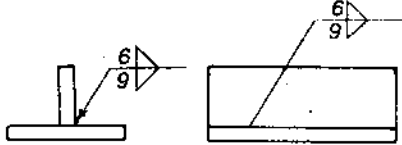
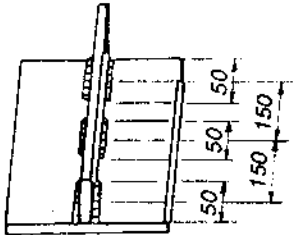
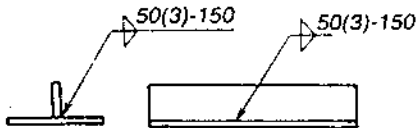
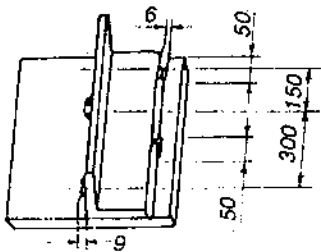
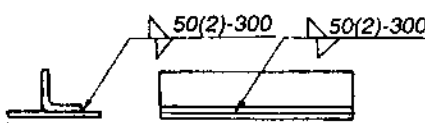
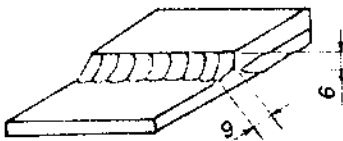
PA(W)	- hàn sắp.
PB(h)	- hàn ngang tư thế sắp.
PC(q)	- hàn ngang tư thế đứng.
PE(ü)	- hàn trần.
PF(s)	- hàn đứng từ dưới lên.
PG(f)	- hàn đứng từ trên xuống.



Bảng 1.10. Các ký hiệu mối hàn trên bản vẽ

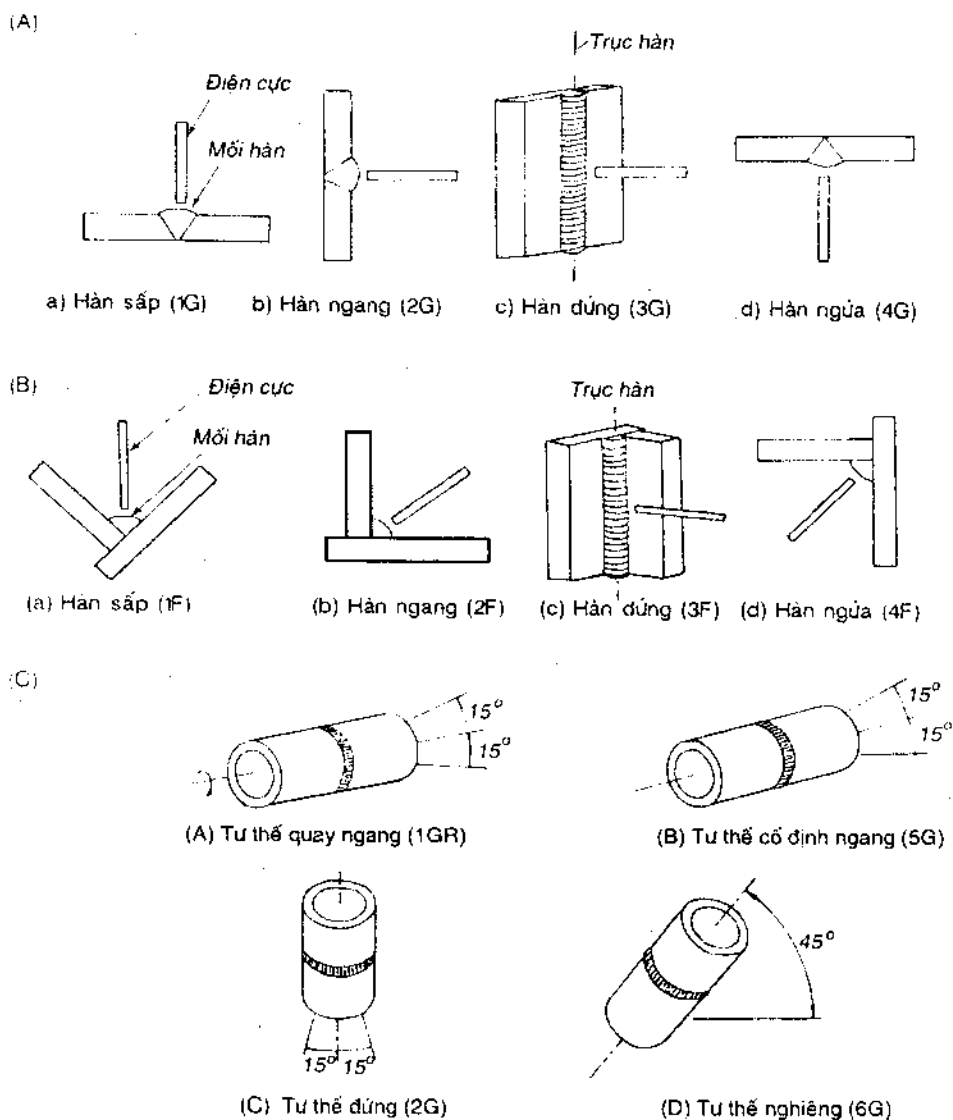
Số	Kiểu mối hàn	Ký hiệu mối hàn
1		
2		
3		
4		
5		

Bảng 1.10 (tiếp)

N ^o	Kiểu mối hàn	Ký hiệu mối hàn
6		
7		
8		
9		
10		

5.4. Tiêu chuẩn Mỹ ASME, AWS D11-92

Vị trí hàn được minh họa trên hình 1.34. Vị trí hàn được nhận biết trong dấu ngoặc.



Hình 1.34. Các vị trí mối hàn theo tiêu chuẩn ASME

A - Vị trí mối hàn giáp mối vát mép; B- Vị trí hàn mối hàn góc không vát mép;

C- Vị trí hàn ống (theo tiêu chuẩn AWS A3.0).

5.5. Ký hiệu mối hàn trên bản vẽ

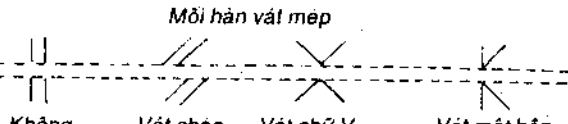
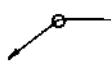
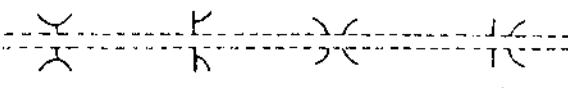
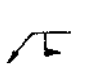
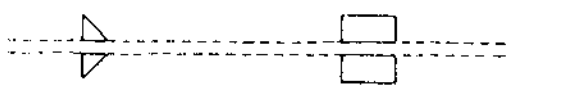
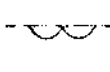
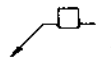
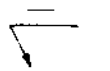
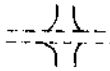
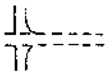
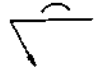
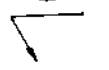
Để giảm bớt sự phức tạp trên các bản vẽ kết cấu hàn và để nhận biết dễ dàng các loại mối hàn, người ta thường dùng các ký hiệu.

Hiện nay mỗi nước đều có những ký hiệu riêng, tuy nhiên các ký hiệu của mỗi nước đều được xây dựng trên cơ sở tham khảo các ký hiệu của tiêu chuẩn quốc tế ISO và tiêu chuẩn của Hoa Kỳ AWS. Bảng 1.11 và 1.12 giới thiệu ký hiệu mối hàn theo ISO và AWS:

Bảng 1.11. Ký hiệu mối hàn trên bản vẽ theo ISO

Ký hiệu chính		Ký hiệu phụ	
Mối hàn giáp mối gấp mép		Gia công phẳng	
Mối hàn giáp mối không vát mép		Gia công lồi	
Mối hàn giáp mối vát mép chữ V		Gia công lõm	
Mối hàn giáp mối vát mép nửa chữ V			
Mối hàn giáp mối vát mép chữ Y			
Mối hàn giáp mối vát mép nửa chữ Y			
Mối hàn giáp mối vát mép chữ U			
Mối hàn giáp mối vát mép chữ J			
Mối hàn chân (đáy)			
Mối hàn cắt, mối hàn góc			
Mối hàn nút, mối hàn điểm			
Mối hàn đường (hàn áp lực)			

Bảng 1.12. Ký hiệu mối hàn trên bản vẽ theo AWS

Ký hiệu chính	Ký hiệu phụ
Mối hàn vát mép  Không vát mép Vát chéo Vát chữ V Vát một bên	 Hàn vòng quanh  Hàn ngấu toàn bộ chiều dài
 Vát chữ U Vát chữ J 2 mép cong 1 mép cong	 Hàn ngoài hiện trường
 Mối hàn góc Mối hàn nút, cắt	 Kim loại phụ (chữ nhật)
 Mối hàn gudông  Đường hàn phía chân  Hàn đắp	 Kim loại phụ (vuông)  Bề mặt phẳng
 Mối hàn mép gấp mép  Mối hàn tại góc gấp mép	 Bề mặt nổi  Bề mặt lõm

Chương 2

VẬT LIỆU HÀN

1. KÝ HIỆU KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

(Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1659 - 75).

1. Ký hiệu thép

1.1. Thép cacbon chất lượng thường có ba nhóm.

a) Nhóm 1. Chất lượng qui định theo cơ tính.

Cách ký hiệu như sau:

- Hai chữ CT biểu thị cho thép.

- Hai chữ số tiếp theo chỉ độ bền kéo nhỏ nhất (kG/mm^2 hoặc MPa).

- Đằng sau chữ số nếu có chữ S biểu thị cho thép sôi, chữ n biểu thị cho thép nửa lắng, không có chữ biểu thị cho thép lắng.

Ví dụ: CT34_s là thép cacbon chất lượng thường nhóm 1 có độ bền kéo nhỏ nhất : $\sigma_{bmin}^k = 34 \text{ kG/mm}^2$ và đây là thép sôi “S”.

b) Nhóm 2. Chất lượng qui định theo thành phần hóa học.

Cách ký hiệu như nhóm 1 chỉ thêm số 2 ở cuối cùng và có gạch nối (-).

Ví dụ: CT34_s-2 là thép cacbon chất lượng thường, nhóm 2; là thép sôi có độ bền kéo nhỏ nhất $\sigma_{bmin}^k = 34 \text{ kG/mm}^2$.

c) Nhóm 3. Chất lượng qui định theo thành phần hóa học và cơ tính.

Cách ký hiệu hoàn toàn như nhóm 2, nhưng thay số 2 ở cuối bằng số 3.

Ví dụ: CT34_n-3 là thép cacbon chất lượng thường nhóm 3, là thép nửa

lắng có độ bền kéo nhỏ nhất $\sigma_{bmin}^k = 34 \text{ kG/mm}^2$.

($1 \text{ kG/mm}^2 = 9,81 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 9,81 \text{ MPa} \approx 10 \text{ MPa}$; $1 \text{ psi} = 6,9 \cdot 10^3 \text{ Pa}$; $1 \text{ Ksi} = 6,9 \cdot 10^6 \text{ Pa}$).

1.2. Thép cacbon chất lượng tốt

Cách ký hiệu như sau:

- Chữ C đầu biểu thị cho thép.
- Tiếp theo là con số chỉ hàm lượng trung bình của nguyên tố cacbon theo phần vạn.
- Sau chữ số có ghi chữ S chỉ thép sôi; chữ n chỉ thép nửa lắng, không có chữ chỉ thép lắng.

Ví dụ: C8 là thép cacbon chất lượng tốt chứa trung bình 0,08%C và là thép lắng.

1.3. Thép cacbon dụng cụ

Cách ký hiệu:

- Bắt đầu bằng hai chữ CD.
- Tiếp theo là con số chỉ hàm lượng cacbon trung bình theo phần vạn.
- Nếu tiếp theo có chữ A biểu thị thép chất lượng cao (nghĩa là tổng lượng tạp chất S và P < 0,02%).

Ví dụ: CD80A là thép cacbon dụng cụ chất lượng cao chứa 0,8% C.

1.4. Thép hợp kim

- Bắt đầu bằng các số chỉ hàm lượng cacbon trung bình theo phần vạn.
- Tiếp theo là các ký hiệu hóa học của nguyên tố hợp kim và kèm theo sau là con số chỉ hàm lượng (%) của nguyên tố đó. Nếu không có chữ số tức là hàm lượng của nguyên tố đó có giá trị xấp xỉ 1%.

Ví dụ: 10Mn2Si là thép hợp kim chứa 0,1%C; 2% Mn và 1% Si.

2. Ký hiệu gang

2.1. Gang xám

Cách ký hiệu như sau:

- Bắt đầu bằng hai chữ GX (gang xám).

- Tiếp theo là hai số cách nhau bằng gạch nối (–) mỗi số gồm hai chữ số. Trong đó số thứ nhất chỉ giá trị độ bền kéo nhỏ nhất (kG/mm^2); số thứ hai chỉ giá trị độ bền uốn nhỏ nhất (kG/mm^2).

Ví dụ: GX15-32 là gang xám có độ bền kéo nhỏ nhất là 15 kG/mm^2 và độ bền uốn nhỏ nhất là 32 kG/mm^2 .

2.2. Gang cầu

Cách ký hiệu:

- Bắt đầu bằng chữ GC (gang cầu).

- Tiếp theo là hai số cách nhau bằng gạch nối (–), mỗi số gồm hai chữ số. Số thứ nhất biểu thị giá trị độ bền kéo nhỏ nhất (kG/mm^2); số thứ hai biểu thị giá trị độ đàn hồi tương đối (%).

Ví dụ: GC 60-02 là gang cầu có độ bền kéo nhỏ nhất là 60 kG/mm^2 và độ đàn hồi tương đối nhỏ nhất là 02%.

Nếu là gang cầu hợp kim thì tiếp theo chữ GC sẽ là ký hiệu hóa học của các nguyên tố hợp kim và các con số chỉ hàm lượng trung bình (%) của chúng.

Ví dụ: GCNi5Cu3Cr là gang cầu hợp kim có Ni = 5%; Cu = 3%; Cr = 1%.

2.3. Gang dẻo

Cách ký hiệu:

- Bắt đầu bằng hai chữ GZ (gang dẻo).

- Tiếp theo giống như gang cầu.

Ví dụ: GZ33-08 là gang dẻo có độ bền kéo nhỏ nhất là 33 kG/mm^2 và độ đàn hồi tương đối là 08%.

3. Ký hiệu kim loại của một số nước

3.1. Ký hiệu của Trung Quốc

Ký hiệu gang và thép của Trung Quốc biểu thị trong bảng 2.1.

Bảng 2.1. Ký hiệu theo Trung Quốc

Tên gọi	Ký hiệu	Giải thích
Thép cacbon đúc	ZG-15	"ZG" là hai chữ cái phiên theo âm Hán của chữ "thép đúc"; chữ số 15 - chỉ hàm lượng cacbon trung bình 0,15%
Gang xám	HT20-40	Chữ "HT" là hai chữ cái phiên theo âm Hán chữ "gang xám"; số 20 chỉ độ bền kéo thấp nhất, số 40 chỉ độ bền uốn thấp nhất [kG/mm ²].
Gang cầu	QT45- 5	"QT" là hai chữ cái phiên theo âm Hán chữ "gang cầu" số 45 chỉ độ bền kéo thấp nhất [kG/mm ²] và số 5 chỉ độ dãn dài nhỏ nhất [%].
Gang dẻo	KT 30- 6	"KT" là hai chữ cái phiên theo âm Hán chữ "gang dẻo", số 30 chỉ độ bền kéo thấp nhất [kG/mm ²], số 6 biểu thị độ dãn dài nhỏ nhất [%]

Bảng 2.2. Các ký hiệu kim loại khác (theo GB.340-64)

Tên gọi	Ký hiệu	Tên gọi	Ký hiệu
Đồng	T	Đồng vàng (đồng thau)	H
Nhôm	L	Đồng thanh	Q
Magiê	M	Nhôm cứng	LY
Niken	N	Nhôm đặc biệt	LT
Đồng chân không	TK	Hợp kim cứng vonfram-	
Bột kim loại	F	titan-côban	YT
Bột nhôm phun	FLP	Cacbit đúc	YZ
Bột nhôm để phun phủ	FLU	Hợp kim đúc	Z
Bột nhôm mịn	FLX	Hợp kim làm vật liệu hàn	H1
Hợp kim cứng		Hợp kim là ổ	H
vonfram-côban	YG	Niken dương cực	NY

3.2. Ký hiệu thép của Mỹ

Ký hiệu thép của Mỹ (theo tiêu chuẩn SAE) thường được biểu thị bằng 4 chữ số liên tiếp, trong đó:

- Chữ số đầu tiên chỉ loại thép : số 1 - thép cacbon; số 2 - thép niken; số 3 - thép crôm - niken; số 4 - thép mômipđen, số 5 - thép crôm; số 6 - thép crôm - vanadi; số 7 - thép vonfram; số 8 - thép silic - mangan.

- Chữ số thứ hai chỉ hàm lượng gần đúng theo phần trăm của nguyên tố hợp kim chứa trong thép.

- Hai chữ số tiếp theo chỉ hàm lượng cacbon trong thép theo phần vạn.

Ví dụ: Thép 1045.

Số 1 - thép cacbon; số 0 - trong thép không có thành phần hợp kim. Số 45 - hàm lượng cacbon theo phần vạn (0,45%).

Thép 5140.

Số 5 - thép crôm; số 1 - hàm lượng crôm: 1%; Số 40 - hàm lượng cacbon : 0,40%.

3.3. Ký hiệu thép của Liên bang Nga

a) Thép cacbon

+ Thép cacbon kết cấu chất lượng, ký hiệu Cr kèm theo có các con số từ 0 đến 7. Các số này cho biết tỷ lệ cacbon tăng dần từ Cr0 đến Cr7 chứ không biểu thị cụ thể thành phần cacbon chứa trong thép. Muốn biết thành phần cụ thể, phải theo bảng tiêu chuẩn.

Ví dụ: Thành phần hóa học của thép BCr1.KΠ

Ký hiệu	GOST	C	Mn	Si	P	S
BCr1 KΠ	380- 71	0,06- 0,12	0,25- 0,50	<0,05	<0,04	<0,03

+ Thép cacbon kết cấu chất lượng tốt ký hiệu bằng hai số, chỉ phần vạn của cacbon chứa trong thép. Ví dụ thép 40 là thép cacbon kết cấu chất lượng tốt, có chứa 40 phần vạn cacbon tức là 0,40%C.

+ Thép cacbon dụng cụ được ký hiệu bằng chữ Y với một hoặc hai số

chỉ số phần nghìn của thành phần cacbon chứa trong thép.

Ví dụ: Thép Y8 và Y8A đều là thép cacbon dụng cụ có chứa 8 phần nghìn cacbon tức 0,8%C. Chữ A biểu thị thép có chứa thành phần tạp chất ít hơn (tốt hơn) so với loại thép cùng thành phần cacbon.

b) Thép hợp kim

Trong các mác thép hợp kim, các nguyên tố hợp kim được ký hiệu bằng chữ Nga.

<i>Ví dụ:</i>	Niôbi (Nb)	Ký hiệu Б;	Titan (Ti)	Ký hiệu Т
	Vonfram (W)	Ký hiệu В;	Môlipden (Mo)	Ký hiệu М
	Mangan (Mn)	Ký hiệu Г;	Vanadi (V)	Ký hiệu Ф
	Đồng (Cu)	Ký hiệu Д	Silic (Si)	Ký hiệu С
	Côban (Co)	Ký hiệu К;	Nhôm (Al)	Ký hiệu Ю
	Niken (Ni)	Ký hiệu Н;	Nitơ (N)	Ký hiệu А
	Crôm (Cr)	Ký hiệu Х;	Zicôni (Zr)	Ký hiệu Ц

c) Thép hợp kim kết cấu

Hai số đầu ở trong mác thép này chỉ tỷ lệ trung bình phần vạn của cacbon, tiếp theo là những chữ chỉ nguyên tố có trong thép, sau mỗi chữ số có thể có số chỉ tỷ lệ trung bình [%] của nguyên tố đó, nếu không có số kèm theo tức là tỷ lệ trung bình của nguyên tố đó khoảng 1%.

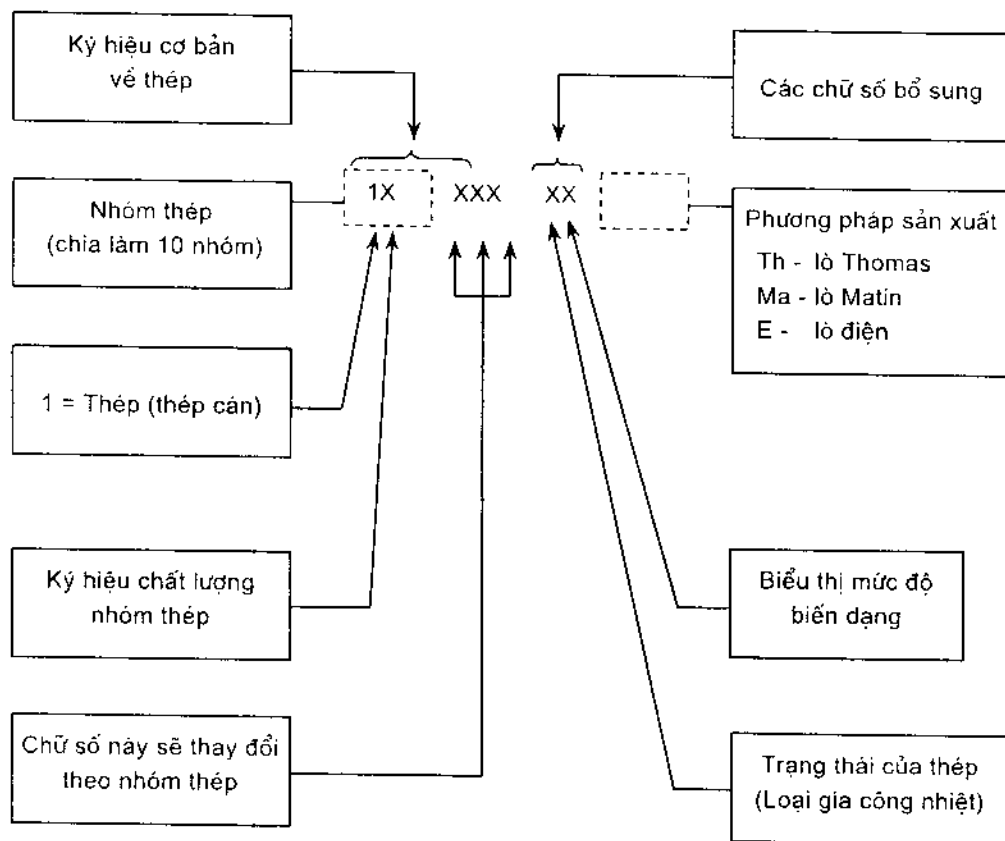
Ví dụ: Thép 18X2H4BA là thép hợp kim crôm - niken - vonfram với tỷ lệ cacbon 0,18%, crôm khoảng 2%, niken khoảng 4% và vonfram 1%, chữ A biểu thị thép hợp kim chất lượng cao.

3.4. Ký hiệu thép của Tiệp Khắc (trước đây)

Theo tiêu chuẩn của Tiệp Khắc, tất cả các loại thép được ký hiệu bằng chữ số.

Sơ đồ dưới đây biểu thị ký hiệu và ý nghĩa của chúng.

Ví dụ: nhóm thép cacbon chất lượng thường được biểu thị bằng các chữ số 10 và 11. Loại thép cấp 11 chỉ khác với thép cấp 10 là thành phần tạp chất (P.S) của thép cấp 11 ít hơn thép cấp 10.



Thép ký hiệu 10340 - 10523 là các thép cacbon chất lượng thường (có nồng độ cacbon đến 0,1%) và có độ bền kéo $34 \div 52 \text{ kG/mm}^2$ ($340 \div 520 \text{ N/mm}^2$).

- Thép ký hiệu 11340; 11343 có hàm lượng cacbon đến 0,1%, có độ bền kéo từ 34 đến 42 kG/mm^2 .

Bảng 2.3 giới thiệu một số loại thép thường dùng của một số nước.

Bảng 2.3. Bảng chiếu các loại thép thường dùng của các nước

Loại vật liệu	Liên bang Nga	Trung Quốc	Mỹ		Pháp	Liên bang Đức	Thụy Điển	Nhật	Anh
			UNS	ASTM					
Thép carbon thông dụng	GOST	GB			AFNOR	DIN	SS	JIS	BS
	Ст.2кп-2,-3	Q215A		A283MGr.C	A34	USt 34-2	1370	SS330	040A12
	Ст.2пс-2,-3	A215B		A573M Gr.58	A34-2NE	RSt 34-2		(SS34)	
	Ст.2сп-2,-3	(A2, C2)							
	Ст.3кп-2	Q235A	K02501	A570 Gr.A	S235JR	S235JR	1311	SS400	S235JR
	Ст.3кп-3	Q235B	K02502	A570 Gr.D	S235JRG1	S235JRG1	1312	(SS 41)	S235JRG1
	Ст.3кп-4	Q235C		A283M Gr.D	S235JRG2	S235JRG2			S235JRG2
	БСт.3кп-2	Q235D			(E24-2, E24-2NE)	(St 37-2, USt 37-2, RSt 37-2)			(40B, C)
		(A3, C3)							
	Ст.4кп-2	Q255A		A709M Gr.36	E28-2	St 44-2	1412	SM 400A SM 400B (SM 41A, SM 41B)	43B
	Ст.4кп-3	Q255D							
	БСт.4кп-2	(A4, C4)							
	Ст.5кп-2	Q275	K02901		S275J2G3	S275J2G3	1430	SS490	S275J2G3
	Ст.5пс	(C5)			S275J2G4	S275J2G4		(SS50)	S275J2G4
	БСт.5пс-2					(St 44-3N)			(43D)

Bảng 2.3 (tiếp)

Loại vật liệu	Liên bang Nga		Trung Quốc	Mỹ		Pháp	Liên bang Đức	Thụy Điển	Nhật	Anh
	GOST	GB		UNS	ASTM					
Thép cacbon chất lượng và thép hợp kim thấp	05кп	05F		G10050	1005	-	D6-2	-	-	015A03
	08кп	08F		-	≈1008	-	US14	-	S9CK	-
	08	08		G10080	1008	XC6	-	-	-	040A04 050A04
	10кп	10F		-	≈1010	-	US113	-	-	-
	10	10		G10100	1010	C10 XC10	C10 Ck10	1265	S10C	040A10 045M10
	15	15		G10150	1015	C12 XC15	C15 Ck15	1350 1370	S15C	040A15 080M15
	20	20		G10200	1020	C22E XC18	C22E Ck22	1435	S20C	C22E 070M20
	25	25		G10250	1025	C25E XC25	C25E Ck25	-	S25C	C25E 070M26
	30	30		G10300	1030	C30E XC32	C30E Ck30	-	S30C	C30E 080M30
	35	35		G10350	1035	C35E XC38	C35E Ck35	1572	S35C	C35E 080M36

Bảng 2.3 (tiếp)

Loại vật liệu	Liên bang Nga	Trung Quốc	Mỹ		Pháp	Liên bang Đức	Thụy Điển	Nhật	Anh
	GOST	GB	UNS	ASTM	AFNOR	DIN	SS	JIS	BS
Thép carbon chất lượng và thép hợp kim thấp	40	40	G10400	1040	C4E XC42	C40E Ck40	-	S40C	C40E 080M40
	45	45	G10450	1045	C45E XC48	C45E Ck45	1660	S45C	C40E 080M46
	50	50	G10500	1050	C50E	C50E Ck53	1674	S50C	C50E 080M50
	55	55	G10550	1055	C55E XC55	C55E Ck55	1665	S55C	C55E 070M55
	60	60	G10600	1060	C60E XC60	C60E Ck60	1678	-	C60E 070M60
	65	65	G10650	1065	C65E XC65	C67 Ck67	1770	-	060A67
	15Г	15Mn	G10160	1016	12M5	15Mn3	1430	-	080A15
	20Г	20Mn	G10220	1022	20M5	21Mn4	1434	-	080A20
	25Г	25Mn	G10260	1026	-	-	-	-	080A25
	30Г	30Mn	G10330	1033	32M5	30Mn4	-	-	080A30

Bảng 2.3 (tiếp)

Loại vật liệu	Liên bang Nga	Trung Quốc	Mỹ		Pháp	Liên bang Đức	Thụy Điển	Nhật	Anh
	GOST	GB	UNS	ASTM	AFNOR	DIN	SS	JIS	BS
Thép carbon chất lượng và thép hợp kim thấp	35Г	35Mn	G10370	1037	35M5	36Mn4	-	-	080A35
	40Г	40Mn	G10390	1039	40M5	40Mn4	-	SWRH42B	080A40
	45Г	45Mn	G10460	1046	45M5	-	1672	SWRH47B	080A47
	50Г	50Mn	G10530	1053	-	-	1674	SWRH52B	080A52
	60Г	60Mn	-	1062	-	60Mn3	1678	S58C SWRH62B	080A62
Thép xây dựng (cốt bê tông)	CT.3kn	Q235	-	-	FeE235	-	-	SR235	-
	CT.3nc	-	-	A706M	-	-	-	-	-
	CT.3cn	-	-	A615M	-	-	-	-	-
	-	20MnSi 20MnSiV	-	A706M A615M	FeE400 FeTE400	BSI420S -	-	SD 390	-
	-	20MnTi	-	-	FeE400 FeTE400	-	-	SD 390	-
	-	25MnSi	-	-	FeE400 FeTE400	-	-	SD 390	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bảng 3.2 (tiếp)

Loại vật liệu	Liên bang Nga	Trung Quốc	Mỹ		Pháp	Liên bang Đức	Thụy Điển	Nhật	Anh
	GOST	GB	UNS	ASTM	AFNOR	DIN	SS	JIS	BS
Thép kết cấu hợp kim	20Г2	20Mn2	-	1320	20M5	20Mn6	-	SMn420	150M19
	30Г2	30Mn2	G13300	1330	32M5	30Mn5	-	-	150M28
	35Г2	35Mn2	G13350	1335	35M5	36Mn5	2120	SMn433	150M36
	40Г2	40Mn2	G13400	1340	40M5	-	-	SMn438	-
	45Г2	45Mn2	G13450	1345	45M5	46Mn7	-	SMn443	-
	50Г2	50Mn2	-	-	55M5	50Mn7	-	-	-
	-	15MnV	-	-	-	15MnV5	-	-	-
	-	20MnV	-	-	-	20MnV6	-	-	-
	35Cr	35SiMn	-	-	38MS5	37MnSi5	-	-	En46
	42Cr	42SiMn	-	-	41S7	46MnSi4	-	-	-
	-	40B	-	14B35	-	-	-	-	170H41
	-	45B	-	14B50	38MB5	-	-	-	-
	-	40MnB	-	-	-	-	-	-	185H40
	15X	15Cr	G51150	5115	12C3	15Cr3	-	SCr415	523A14 523M15

Bảng 2.3 (tiếp)

Loại vật liệu	Liên bang Nga	Trung Quốc	Mỹ		Pháp	Liên bang Đức	Thụy Điển	Nhật	Anh
	GOST	GB	UNS	ASTM	AFNOR	DIN	SS	JIS	BS
Thép kết cấu hợp kim	20X	20Cr	G51200	5120	18C3	20Cr4	-	SCr420	527A20
	30X	30Cr	G51300	5130	32C4	28Cr4	-	SCr430	530A30
	35X	35Cr	G51350	5135	38C4	34Cr4	-	SCr435	530A36
	40X	40Cr	G51400	5140	42C4	41Cr4	2245	SCr440	530A40
	45X	45Cr	G51450	5145	45C4	-	-	SCr445	530M40
	50X	50Cr	G51500	5150	50C4	-	-	-	-
	12XM	12CrMo	-	4119	12CD4	13CrMo-44	2216	-	1501-620
	12XMΦ	12CrMoV	-	-	-	-	-	-	Cr27
	15XM	15CrMo	-	-	15CD4.05	15CrMo5	-	SCM415	1501-620
	20XM	20CrMo	G41180	4118	18CD4	20CrMo5	-	SCM420	Cr31
	30XM	25CrMo	-	-	25CD4	25CrMo4	2225	-	CDS12
	-	30CrMo	-	-	30CD4	-	-	SCM430	-
	35XM	35CrMo	G41350	4135	35CD4	34CrMo4	2234	SCM435	708A37
	35XMΦ	35CrMoV	-	-	-	-	-	-	CDS13

Bảng 3-2 (tiếp)

Loại vật liệu	Liên bang Nga	Trung Quốc	Mỹ		Pháp	Liên bang Đức	Thụy Điển	Nhật	Anh	
			GB	UNS						ASTM
Thép kết cấu hợp kim	GOST	GB		UNS	ASTM	AFNOR	DIN	SS	JIS	BS
	-	42CrMo		G41400	4140	42CD4	42CrMo4	2244	SCM440	708M40
	25X2M1Φ	25Cr2MoVA		-	-	-	24CrMoV55	-	-	-
		25Cr2Mo1VA								
	3M415	20Cr3MoWVA		-	-	-	21CrVMoW12	-	-	-
	38X2MOA	38CrMoA1		-	-	40CAD 6.12	41CrA1Mo7	2940	-	905M39
	-	20CrV		-	6120	-	21CrV4	-	-	-
	50XΦA	50CrVA		G61500	6150	50CV4	51CrV4 (50CrV4)	2230	SUP10	735A50
	15X1	15CrMn		G51150	5115	16MC5	16MnCr5	2511	-	-
	20XΓ	20CrMn		G51200	5120	20MC5	20MnCr5	-	SMnC420	-
	20XΓC	20CrMnSi								
	30XΓC	30CrMnSi		-	-	-	-	-	-	-
	35XΓCA	35CrMnSiA								
18XΓM	20CrMnMo		-	4119	-	-	-	SCM421	-	
40XΓM	40CrMnMo		G41420	4142	-	42CrMo4	-	SCM440	708A42	
18XΓT	20CrMnTi		-	-	-		-	-	-	
30XΓT	30CrMnTi					30MnCrTi4				
20XH	20CrNi									
40XH	40CrNi		G31400	3140	-	40NiCr6	-	-	640M40	
50XH	50CrNi									
12XH2A	12CrNi2		-	3415	14NC11	14NiCr10	-	SNC415	-	

Bảng 2.3 (tiếp)

Loại vật liệu	Liên bang Nga	Trung Quốc		Mỹ		Pháp	Liên bang Đức	Thụy Điển	Nhật	Anh
		GB	UNS	ASTM	AFNOR					
Thép kết cấu hợp kim	12XH3A	12CrNi3	G33106	3310	14NC12	14NiCr14	-	-	SNC815	655A12 665M13
	20XH3A	20CrNi3	-	-	20NC11	-	-	-	-	-
	30XH3A	30CrNi3	-	3435	30NC11	31NiCr14	-	-	SNC836	653M31
	12XH2H4A	12Cr2Ni4	-	2515	12NC15	14NiCr18	-	-	-	659M15
	20X2H4A	20Cr2Ni4	-	3316	18NC13	~14NiCr14	-	-	SNC815	665M13
	18X2H4BA	18Cr2Ni4WA								
	20XHM	20CrNiMo	G86200	8620	20NCD2	21NiCrMo2	2506	SNCM220	805M20	
Thép kết cấu cắt gọt	20XHM	40CrNiMo	G43400	4340	40NCD3	36CrNiMo4	-	-	SNCM439	816M40
	45XH2MΦA	45CrNiMoVA								
	A12	Y12	-	B1112	13MF4	10S20	-	-	SUM21	-
	-	Y12Pb	-	11L08	10PbF2	10SPb20	-	-	-	-
	-	Y15	-	1115	15F2	15S20	1922	SUM32	220M07 210A15	
	-	Y15Pb	G12134	12L13	S250Pb	9SMnPb28	1914	SUM22L	-	-
	A20	Y20	-	1120	18MF5	22S20	-	-	-	-
Thép kết cấu hàn	A30	Y30	-	1130	-	-	-	-	-	-
	-	Y35		1140	35MF6	35S20	1957	-	-	212M36
	A10Γ	Y40Mn	G11410	1141	40M5	-	-	-	SUM42	212M44
	-	-	G12120	1212	-	9S20	-	-	SUM21	220M07
	-	-	G12130	1213	S250	9SMn28	1912	SUM22	230M07	
	-	-	G11080	1108	10F10	10S20	-	-	-	201M15

Bảng 3-2 (tiếp)

Loại vật liệu	Liên bang Nga	Trung Quốc	Mỹ		Pháp	Liên bang Đức	Thụy Điển	Nhật	Anh
			UNS	ASTM					
Thép kết cấu cắt gọt	GOST	GB			AFNOR	DIN	SS	JIS	BS
	-	-	G11460	1146	45MF4	45S20	1973	-	212M44
	-	-	G12150	1215	S300	9SMn36	-	-	240M07
	-	-	G12141	12L14	S300Pb	9SMnPb36	1926	-	-
Thép dập nguội	08kn	ML08	G10100	1010	FB8 FR8	QSi34-3 (C7C)		SWRCH8R	0/1
	10kn	ML10	G10120	1012	XC10 FB10 FR10	QSi36-3 (C11C)	- - -	SWRCH10R	0/2
	15kn	ML15	G10150	1015	FR15 FB18 FR18	QSi38-3 (C14C) Cq15 (C15C)	- - - -	SWRCH15K	0/3
	20nc	ML20	G10200	1020	XC18 FR20	Cq22 (C22C)	-	SWRCH20K	0/4
	25	ML25	G10250	1025	XC25 FR28	-	-	SWRCH25K	-
	30	ML30	G10300	1030	XC32 FR32	-	-	SWRCH30K	1/1
	35	ML35	G10340	1034	XC38 FR36	Cq35 (C35C)	-	SWRCH35K	1/2
	40	ML40	G10400	1040	XC40 FR38	-	-	SWRCH40K	1/3

Bảng 2.3 (tiếp)

Loại vật liệu	Liên bang Nga	Trung Quốc	Mỹ		Pháp	Liên bang Đức	Thụy Điển	Nhật	Anh
			UNS	ASTM					
Thép dập nguội	GOST	GB			AFNOR	DIN	SS	JIS	BS
	45	ML45	G10440	1044	XC45	C45 (C45C)	-	SWRCH45K	-
	-	ML25Mn	G10260	1026	1C25	-	-	SWRCH25K	-
	-	ML30Mn	G10300	1030	1C30	-	-	SWRCH27K	-
	-	ML35Mn	G10340	1034	1C35	-	-	SWRCH30K	-
	40Γ	ML40Mn	G10400	1040	1C40	-	-	SWRCH33K	-
	45Γ	ML45Mn	G10450	1045	1C45	-	-	SWRCH35K	2/1
	15X	ML15Cr	G51150	5115	-	15Cr2	-	SWRCH38K	-
	20X	ML20Cr	G51200	5120	-	-	-	SWRCH40K	2/2
	40X	ML40Cr	G5140	5140	38C4 42C4	41Cr4	-	SWRCH43K	3/2
Thép hợp kim	-	ML15MnB	G15180	5180	20MB5	-	-	SWRCHB620	9/0
	30XMA	ML30CrMo	G41300	4130	30CD4	~25CrMo4	-	-	-
	-	ML35CrMo	G41350	4135	34CD4	34CrMo4	-	-	-
	-	ML42CrMo	G41400	4140 A320M L7B	42CD4	42CrMo4	-	-	-

Loại vật liệu	Liên bang Nga		Trung Quốc		Mỹ		Pháp	Liên bang Đức	Thụy Điển	Nhật	Anh
	GOST	GB	UNS	ASTM							
Thép lò xo	65	65	G10650	1065			XC65	DIN	SS	JIS	BS
	70	70	G10700	1070			XC70		-	-	060A67
	75A	-	G10780	1078			-	CK75	-	-	070A72
	85A	85	G10860	1086			XC85	CK85	-	SUP3	060A86
	-	-	G10950	1095			XC100	CK101	-	SUP4	060A96
	65J	65Mn	-	1066			-	-	-	-	080A67
	55C2	55Si2Mn	G92550	9225			55S7	55Si7	-	-	250A53
	60C2	60Si2Mn	-	-			60S7	60Si7	-	SUP6	-
	60C2XA 60X2XA	60Si2CrA 60Si2CrVA	-	-			60SC7	60SiCr7	-	-	-
	250A61	-	-	-			-	65Si7	-	SUP7	-
	-	55CrMnA	G51550	5155			55C3	55Cr3	-	SUP9	527A60
	-	60CrMnA	G51600	5160			-	-	-	SUP9A	527A60
	-	60CrMnMoA	G41610	4160			51CDV4	~51CrMoV4	-	SUP13	705H60
	50X4A	50CrVA	G61500	6150			50CrV4	51CrV4	-	SUP10	735A50
	55XI P	60CrMnBA	G51601	51B60			-	58CrMnB4	-	SUP11A	-
	-	30W4Cr2VA	-	-			-	30WCrV-17.9	-	-	-

Bảng 2.3 (tiếp)

Loại vật liệu	Liên bang Nga	Trung Quốc	Mỹ		Pháp	Liên bang Đức	Thụy Điển	Nhật	Anh
	GOST	GB	UNS	ASTM	AFNOR	DIN	SS	JIS	BS
Thép ổ lăn	УХ6	GCr6	G50986	50100 E50100	100C2	100Cr2 (W1)	SKF9	-	-
	УХ9	GCr9	G51986	E51100	100C5	105Cr4 (W2)	SKF13	SUJ 1	-
	-	GCr9SiMn	-	A485 Cr1	-	-	SKF1	SUJ 3	-
	УХ15	GCr15	G52986	E52100	100C6	100Cr6 (W3)	SKF3	SUJ 2	535A99
	УХ15Г	GCr15SiMn	-	-	100CM6	100CrMn6 (W4)	SKF2	-	-
Thép ổ lăn không gỉ	95X18	9Cr18	-	-	-	-	-	SUS 440C	-
	-	9Cr18Mo	-	A756 440C	Z100CD17	X102CrMo17	-	SUS 440C	-
Thép ổ lăn thấm carbon	-	G20CrMo	-	A534 4118H	-	20MoCr4	-	-	-
	-	G20CrNiMo	-	A534 8620H	20NCD2	21NiCrMo2	SKF152	SNCM 220	805A20
	20XH2M (20XHM)	G20CrNi2Mo	-	A534 4320H	20NCD7	-	-	SNCM 420	-
	20X2H4A	G20Cr2Ni4	-	-	-	-	-	-	-
	-	G10CrNi3Mo	-	A534 9310H	-	-	-	-	832H13

4. Thép cacbon và thép hợp kim thấp dùng trong xây dựng

4.1. Thép cấp I (bảng 2.4a, b, c)

Thép này được dùng cho mục đích xây dựng. Theo thành phần hóa học, trong các thép này điều quan tâm chủ yếu là thành phần cacbon.

Bảng 2.4a. Phạm vi sử dụng của thép cacbon chất lượng thường

Mức thép	Đặc điểm và phạm vi sử dụng
CT31	Chế tạo các kết cấu hàn xây dựng
CT33	Chế tạo các kết cấu liên kết cứng chịu tải trọng nhỏ, có tính hàn tốt.
CT34	Chế tạo các kết cấu kim loại, các liên kết dầm, các trục... với trạng thái chịu ứng suất không lớn. Có tính hàn tốt.
CT38	Chế tạo các chi tiết kết cấu kim loại yêu cầu có độ cứng bề mặt cao. Có tính hàn tốt.
CT42	Chế tạo các kết cấu kim loại như trục, tay gạt, dầm, v.v., và các chi tiết khác mà yêu cầu độ bền không cao. Tính hàn thỏa mãn yêu cầu.
CT51	Chế tạo các trục, bánh răng, ổ trục và các chi tiết khác khi cần nâng cao độ bền làm việc.
CT61	Chế tạo các trục, nối trục, tấm chịu ma sát và các chi tiết yêu cầu độ bền cao

Ghi chú: chuyển đổi các mức thép này giữa Việt Nam và Liên bang Nga (xem phụ lục 10).

Bảng 2.4b. Thép cacbon thông dụng theo tiêu chuẩn TCVN và GOST

Mức thép		Tính chất	
TCVN 1659 - 75	GOST 380 - 71	$\sigma_b, \text{kg/mm}^2$	C%
CT31	CTO	>31	0,06 - 0,07
CT33s	CT1кп	31 - 40	0,06 - 0,07
CT33н	CT1пс	32 - 42	0,06 - 0,07
CT33	CT1сп	32 - 42	
CT34	CT2сп	34 - 44	0,12 - 0,14
CT34s	CT2кп	33 - 42	0,12 - 0,14
CT34н	CT2пс	34 - 44	0,12 - 0,14
CT38	CT3сп	38 - 49	0,18 - 0,21
CT38s	CT3кп	37 - 47	0,18 - 0,21
CT38н	CT3пс	38 - 49	0,18 - 0,21

Bảng 2.4b (tiếp)

Mác thép		Tính chất	
TCVN 1659-75	GOST 380-71	σ_b , kG/mm ²	C, %
CT42	CT4CP	41 - 54	0,24 - 0,28
CT42s	CT4KP	41 - 52	0,24 - 0,28
CT42n	CT4PC	42 - 54	0,24 - 0,28
CT51	CT5CP	51 - 64	0,30 - 0,35
CT51n	CT5PC	51 - 64	0,30 - 0,35
CT61	CT6CP	>61	0,36 - 0,42
CT61n	CT6PC	>61	0,36 - 0,4

Bảng 2.4c. Thép cán nóng; cán nguội theo tiêu chuẩn GOST 27772-88

Mác thép GOST 27772-88	Xử lý nhiệt	Cơ tính [MPa]		Thành phần hóa học (%)				
		$\sigma_{0,2}$	σ_s	C	Si	Mn	P (max)	S (max)
Thép tấm cán nóng								
Cr245	N	245	380	0,22	0,05-0,15	0,65	0,04	0,05
Cr275	N	275	380	0,22	0,05-0,15	0,65	0,04	0,05
Cr285	N	285	390	0,22	0,05-0,30	0,65	0,04	0,05
Cr345	N	345	490	0,15	0,8	1,3-1,7	0,035	0,04
Cr375	N	375	510	0,15	0,15-0,30	1,3-1,7	0,035	0,04
Thép tấm cán nguội								
Cr285		285	390	0,27	0,15-0,4	0,35-1,2	0,04	0,05
Cr345		345	510	0,15	0,8	1,3 ÷ 1,7	0,04	0,05

Ghi chú: N - thường hóa

4.2. Thép để chế tạo các kết cấu bê tông cốt thép

Bảng 2.5 giới thiệu tính chất cơ học của thép (theo tiêu chuẩn Liên bang Nga GOST 5058-65) để chế tạo các kết cấu bê tông cốt thép.

Bảng 2.5. Thành phần hóa học của thép theo tiêu chuẩn của Liên bang Nga

Mác thép	Thành phần hoá học %					
	C	Si	Mn	Cr (≤)	Ni (≤)	Cu (≤)
35ГC	0,3-0,37	0,60-0,90	0,80-1,20	0,30	0,30	0,30
18Г2C	0,14-0,23	0,60-0,90	1,20-1,60	0,30	0,30	0,30
25Г2C	0,20-0,29	0,60-0,90	1,20-1,60	0,30	0,30	0,30
80C	0,74-0,82	0,60-1,00	0,50-0,80	0,30	0,30	0,30

Bảng 2.6 giới thiệu tính chất cơ học của thép (theo tiêu chuẩn Liên bang Nga GOST 5058-65) để chế tạo cốt thép bê tông.

Các bảng từ 2.7 ÷ 2.10 giới thiệu thành phần hóa học và tính chất cơ học của một số thép cacbon, thép hợp kim để chế tạo một số kết cấu hàn.

Bảng 2.6. Đặc tính của thép cán nóng làm cốt thép theo tiêu chuẩn Liên bang Nga

Loại	Dạng hình học	Mác thép	Đường kính (mm)	Giới hạn chảy (kG/cm ²)	Tính chất cơ học		
					Giới hạn mỏi (kG/cm ²)	Độ giãn dài (%)	Góc uốn C-chiều dày d- đường kính thanh (mm)
A-I	Thanh cán nóng	Ст.3кп Ст.3кп ВСт.3сп ВСт.3кп	6-40	2400	3800	25	180°; C=0,5d
A- II	Thanh cán nóng định hình	ВСт.5сп	10-40	3000	5000	19	180°; C=3d
		ВСт.5сп 18Г2C	40-90	3000	5000	19	180°; C=3d
A- III		25ГC 35ГC	60-40	4000	6000	14	90°, C=3d
A- IV		80C	10-18	6000	9000	6	45°; C=5d
A- V		23X2Г2Т	10-22	8000	10.500	7	45°; C=5d
A- VI		23X2Г2Т	6-8	10.000	12.000	6	45°; C=5d

Bảng 2.7. Tính chất cơ học và thành phần hóa học một số loại thép cacbon dùng chế tạo bình chứa (theo GOST 5520-50)

Loại thép	Giới hạn bền kG/mm ²	Giới hạn chảy kG/mm ²	Độ dẫn dài %				Độ dai va đập kG.m/cm ²	Thành phần %				
			Với độ bền kG/mm ²	δ ₁₀	δ ₅	Không nhỏ hơn		C	Mn	Si	S	
											P	Không lớn hơn
Cт2 (Cт34)	34-42	-	34-42	26	31	-	-	-	0,045	0,045		
Cт3 (Cт38)	38-47	-	38-40 41-43 44-47	23 22 21	27 26 25	-	0,12÷0,23	-	0,045	0,045		
15K (C15K)	36-44	22	36-38 39-40 41-42 43-44	24 23 22 21	28 27 26 25	8 7	0,12÷0,23	0,65	0,15÷0,30	0,045	0,045	
20K (C20K)	41-50	25	41-42 43-44 45-47 48-50	22 21 20 19	26 25 24 23	7 6	0,16÷0,24	0,15	0,15÷0,30	0,045	0,045	
25K (C25K)	45-55	28	45-48 49-52	20 10	24 23	6	0,21÷0,28	0,8	0,15÷0,30	0,045	0,045	

Bảng 2.8. Tính chất cơ học và thành phần hóa học một số loại thép carbon kết cấu và thép hợp kim kết cấu (TCVN 3104-79)

Loại thép	Giới hạn chảy kG/mm ²	Giới hạn bền kG/mm ²	Độ dãn dài %	Độ thắt %	Độ dai va đập kG.m/cm ²	Thành phần hóa học %						
						C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
						Σ						
						Σ						
C08S	20	33-41	35	60	-	≤ 0,06	≤ 0,03	≤ 0,35	0,035	0,040	0,03	0,25
C08	21	34-42	34	60	-	≤ 0,05	≤ 0,20	≤ 0,20	0,025	0,030	0,03	0,03
C10S	21	35-43	33	55	-	0,05-0,10	≤ 0,03	0,25-0,50	0,040	0,040	0,03	0,25
C10	22	36-45	32	55	-	0,05-0,10	0,17-0,37	0,35-0,65	0,035	0,040	0,03	0,25
C15S	23	39-48	30	55	-	0,07-0,13	≤ 0,03	0,25-0,50	0,040	0,040	0,15	0,25
C15	24	40-49	29	55	-	0,07-0,13	0,17-0,37	0,35-0,65	0,035	0,040	0,15	0,25
C20S	25	43-53	27	55	-	0,12-0,18	≤ 0,06	0,25-0,50	0,040	0,040	0,25	0,25
C20	26	44-54	26	55	-	0,12-0,18	0,17-0,37	0,35-0,65	0,040	0,040	0,25	0,25
C25	28	48-58	24	50	10	0,17-0,24	≤ 0,07	0,25-0,50	0,040	0,040	0,25	0,25
C30	30	52-62	22	50	10	0,17-0,24	0,17-0,37	0,35-0,65	0,040	0,040	0,25	0,25
C35	32	56-66	21	45	9	0,22-0,29	0,17-0,37	0,50-0,80	0,040	0,040	0,25	0,25
C40	34	60-72	19	45	9	0,27-0,34	0,17-0,37	0,50-0,80	0,040	0,040	0,25	0,25
C45	36	64-76	17	40	8	0,32-0,39	0,17-0,37	0,50-0,80	0,040	0,040	0,25	0,25
C50	38	68-80	15	40	7	0,37-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	0,040	0,040	0,25	0,25
15Mn	25	44-54	27	55	-	0,12-0,18	0,17-0,37	0,70-1,00	0,040	0,040	0,25	0,25
20Mn	28	48-58	25	50	-	0,17-0,24	0,17-0,37	0,70-1,00	0,040	0,040	0,25	0,25
30Mn	32	57-67	21	45	10	0,27-0,34	0,17-0,37	0,70-1,00	0,040	0,040	0,25	0,25
40Mn	36	64-76	18	45	9	0,37-0,44	0,17-0,37	0,70-1,00	0,040	0,040	0,25	0,25
45Mn	38	69-81	16	40	8	0,42-0,49	0,17-0,37	0,70-1,00	0,040	0,040	0,25	0,25
50Mn	40	73-85	14	40	7	0,47-0,55	0,17-0,37	0,70-1,00	0,040	0,040	0,25	0,25

Bảng 2.9. Thành phần hóa học của một số thép không gỉ (GOST 5632-51)

Loại thép	Thành phần hóa học %						
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Các nguyên tố khác	P
1Cr13	≤ 0,15	≤ 0,6	≤ 0,6	12,0-14,0	≤ 0,6	-	≤ 0,035
2Cr13	0,16-0,24	≤ 0,6	≤ 0,6	12,0-14,0	≤ 0,6	-	≤ 0,035
3Cr13	0,25-0,34	≤ 0,6	≤ 0,6	12,0-14,0	≤ 0,6	-	≤ 0,035
4Cr13	0,35-0,45	≤ 0,6	≤ 0,6	12,0-14,0	≤ 0,6	-	≤ 0,035
Cr14	≤ 0,15	≤ 0,7	≤ 0,7	13,0-15,0	≤ 0,6	-	≤ 0,035
Cr16	0,9-1,0	≤ 0,8	≤ 0,7	17,0-19,0	≤ 0,6	-	≤ 0,035
Cr17	≤ 0,12	≤ 0,8	≤ 0,7	16,0-18,0	≤ 0,6	-	≤ 0,035
Cr25	≤ 0,20	≤ 1,0	≤ 0,8	23,0-27,0	≤ 0,6	-	≤ 0,035
Cr28	≤ 0,15	≤ 1,0	≤ 0,8	27,0-30,0	≤ 0,6	-	≤ 0,035
OCr18Ni9	≤ 0,07	≤ 0,8	≤ 2,0	17,0-20,0	0,8-11,0	-	≤ 0,035
1Cr18Ni9	≤ 0,14	≤ 0,8	≤ 2,0	17,0-20,0	8,0-11,0	-	≤ 0,035
2Cr18Ni9	0,15-0,25	≤ 0,8	≤ 2,0	17,0-20,0	8,0-11,0	-	≤ 0,035
Cr17Ni2	0,11-0,17	≤ 0,8	≤ 0,8	16,0-18,0	1,5-2,5	-	≤ 0,035
1Cr18Ni9T	≤ 0,12	≤ 0,8	≤ 2,0	17,0-20,0	8,0-11,0	Ti(0,03-0,8)	≤ 0,035
Cr18Ni11Bo	≤ 0,10	≤ 1,0	≤ 2,0	17,0-20,0	9,0-13,0	Bo(0,5-0,8)	≤ 0,035
Cr13Ni4Mn9	0,15-0,30	≤ 0,8	8,0-10,0	12,0-14,0	3,7-5,0	-	≤ 0,030
Cr18Ni12Mo2T	≤ 0,12	≤ 0,8	≤ 2,0	16,0-19,0	11,0-14,0	-	≤ 0,035
Cr18Ni12Mo3T	≤ 0,12	≤ 0,8	≤ 2,0	16,0-19,0	11,0-14,0	-	≤ 0,035

Bảng 2.10. Tính chất cơ học của một số loại thép không gỉ (GOST 5949-51)

Loại thép	Độ cứng sau ủ HB	Độ bền kG/mm ²	Giới hạn chảy kG/mm ²	Độ giãn dài %	Độ thắt %	Độ dai va đập kG.m/mm ²	Độ cứng HRC
		không lớn hơn					
1Cr13	121-187	60	42	20	60	9	-
2Cr13	126-197	66	45	15	55	8	-
3Cr13	131-207	-	-	-	-	-	48
4Cr13	143-220	-	-	-	-	-	50
Cr18	≤ 255	-	-	-	-	-	55
Cr17	126-197	40	25	20	50	-	-
Cr25	-	45	30	20	45	-	-
Cr28	-	45	30	20	45	-	-
1Cr18Ni9	-	55	20	45	60	-	-
2Cr18Ni9	-	58	22	40	55	-	-
Cr17Ni2	126-197	110	-	10	-	5	-
1Cr18Ni9T	-	55	20	40	55	-	-
Cr18Ni11B	-	55	20	40	55	-	-
Cr13Ni4Mn9	-	65	25	35	55	-	-
Cr18Ni12Mo2T	-	55	22	40	55	-	-
Cr18Ni12Mo3T	-	55	22	40	55	-	-
Cr23Ni13	-	55	30	35	50	-	-
Cr23Ni18	-	55	30	35	50	-	-
Cr25T	-	45	30	20	45	-	-
Cr20Ni14Si2	-	60	30	35	50	-	-
Cr25Ni20Si2	-	60	30	35	50	-	-

4.3. Thép cán dùng cho kết cấu hàn (tiêu chuẩn Nhật JIS.G 3106.77)

Thép cán dùng cho kết cấu hàn được qui định cụ thể theo tiêu chuẩn mỗi nước. Bảng 2.11 giới thiệu các thép cán của Nhật Bản dùng cho kết cấu hàn.

Bảng 2.11. Thép cán dùng cho kết cấu hàn (JISG 3106-77)

Phân loại		Ký hiệu		Tính chất cơ học					Thành phần hóa học (%)						
				Giới hạn chảy kG/mm ² (N/mm ²)			Độ bền kéo kG/mm ² (N/mm ²)	Độ giãn dài (%)		Độ dai va đập KJ m(J) (1)	C (khi chiều dày t)	Si	Mn	P	S
								5 ≤t≤16	16 <t≤50						
				t ≤16	16 <t≤40	t >40	≥18	≥22	-	t≤50 50<t≤100	≤0,23 ≤0,25	-	≥2,5xC	≤0,040	≤0,040
1	A	≥25	≥24	≥22	≥18	≥22	41-52	-	t≤50 50<t≤100	≤0,23 ≤0,25	-	≥2,5xC	≤0,040	≤0,040	
	B	≥245 (≥245)	≥235 (≥235)	≥216 (≥216)					≥2,8 (≤27,5)	t≤50 50<t≤100	≤0,20 ≤0,22	≤0,35	0,60-1,20	≤0,040	≤0,040
	C								≥4,8 (≥47,1)<50	t≤50 t≤100	≤0,18 ≤0,20	≤0,35	≤1,40	≤0,040	≤0,040
2	A	≥33 (≥324)	≥32 (≥314)	≥30 (294)	≥17	≥21	50-62 (460-608)	-	50<t≤100	≤0,20	≤0,55	≤1,50	≤0,040	≤0,040	
	B								≥2,8 (≥27,5)	t≤50 50 <t≤100	≤0,18 ≤0,20	≤0,55	≤1,50	≤0,040	≤0,040
	C								≥4,8 (≤47,1)	t≤50	≤0,18	≤0,55	≤1,50	≤0,040	≤0,040
3	A	≥37 (≥363)	≥36 (≥353)	≥34 (≥333)	≥15	≥19	50-62 (490-608)	-	t≤50	≤0,20	≤0,55	≤1,50	≤0,040	≤0,040	
	B								≥2,8 (≥27,5)	t≤50	≤0,20	≤0,55	≤1,50	≤0,040	≤0,040
4	B	≥37 (≥363)	≥36 (≥353)	≥34 (≥333)	≥15	≥19	53-65 (520-637)	≥2,8 (≥27,5)	t≤50	≤0,20	≤0,55	≤1,50	≤0,040	≤0,040	
	C								≥4,8 (≤47,1)	t≤50	≤0,20	≤0,55	≤1,50	≤0,040	≤0,040
5	-	47 (≥461)	≥46 (≥451)	≥44 (≥431)	-	-	58-73 (≥569-716)	≥4,8 (≤47,1)	6≤t≤50	≤0,18	≤0,55	≤1,50	≤0,040	≤0,040	

Ghi chú: (1) - Nhiệt độ kiểm tra độ dai va đập Charpy là -5°C chỉ cho cấp 5 của thép SM58, cho các thép khác là 0°C.

5. Một số tiêu chuẩn vật liệu của các nước

Vật liệu kim loại rất đa dạng về số lượng và hàm lượng các nguyên tố, để thuận tiện cho việc nhận biết và sử dụng phù hợp với mỗi nước, người ta thường dùng ký hiệu theo các tiêu chuẩn của nước mình. Nói chung hiện nay thế giới có 2 dạng hệ thống ký hiệu.

1) Hệ thống có từ 2 đến 5 chữ số để ký hiệu, ưu điểm của hệ thống này là gọn, nhưng khó hiểu và khó nhớ.

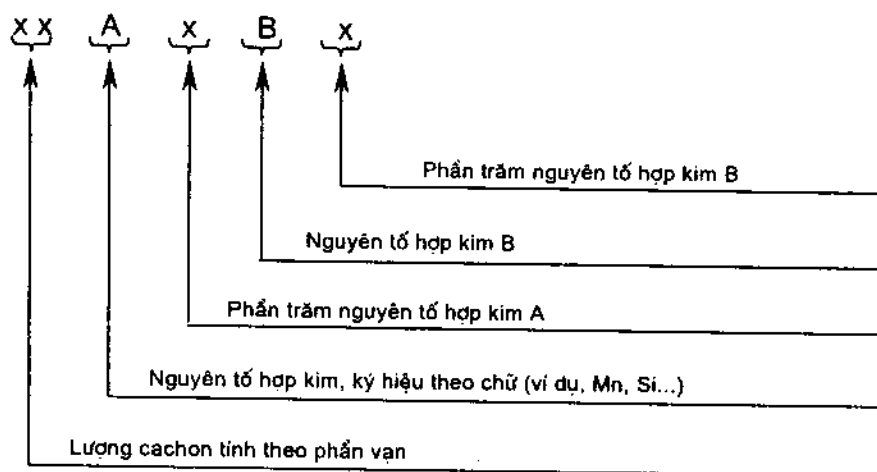
2) Hệ thống gồm cả chữ và số. Trong hệ thống này chữ biểu thị cho tên các nguyên tố hợp kim chính, còn con số biểu thị cho hàm lượng của nguyên tố đó (có thể tính theo phần trăm, phần ngàn, phần vạn...). Ưu điểm là dễ hiểu, dễ đọc tuy nhiên ký hiệu dài.

Dưới đây giới thiệu một số dạng ký hiệu theo các tiêu chuẩn của một số nước trên thế giới.

5.1. Tiêu chuẩn quốc tế ISO

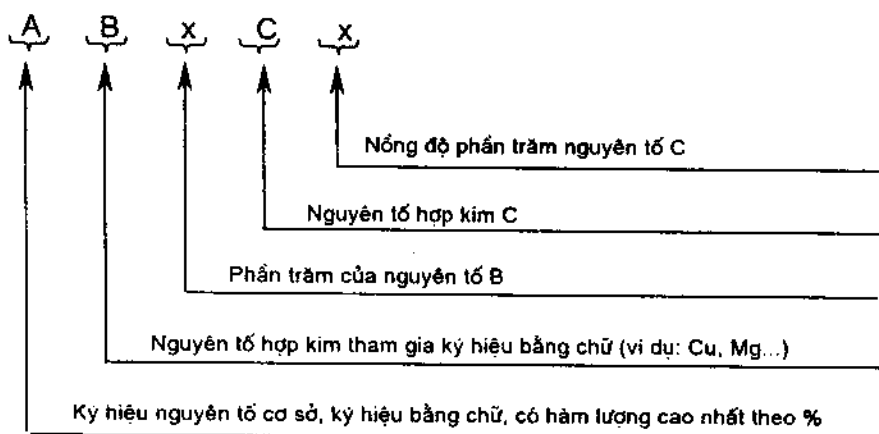
ISO là tổ chức quốc tế về tiêu chuẩn ở đây vật liệu kim loại được ký hiệu theo nguyên tắc sơ đồ sau:

1. Đối với thép:



Ví dụ: thép 20Mn2Si có 0,2% cacbon, 2% Mn và 1% Si.

2. Đối với hợp kim màu:



Ví dụ : hợp kim nhôm AlCu4Mg1 có 4% Cu; 1% Mg còn lại 95% kim loại cơ sở là nhôm.

5.2 Tiêu chuẩn Nhật Bản JIS

Nhật Bản chỉ dùng một tiêu chuẩn JIS.

Thép được ký hiệu bằng chữ S.

1) Thép cán thông dụng có các loại :

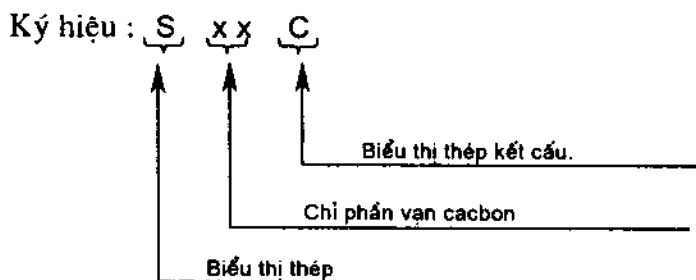
SSxx : thép cán nóng thường có công dụng chung.

SMxx : thép cán nóng làm kết cấu hàn.

SMAxx : thép cán nóng làm kết cấu hàn, chống ăn mòn hóa học trong không khí.

SBxx : thép cán làm nổi hơi, bình chịu áp lực.

2) Thép cacbon kết cấu:



Ví dụ: ký hiệu S40C là thép cacbon kết cấu có hàm lượng cacbon là 40 phần vạn (hoặc 0,4%).

3) Thép hợp kim để chế tạo máy.

Ký hiệu theo thép cacbon và nguyên tố hợp kim.

Ví dụ: SNCMxx : thép niken - crôm - mômipden.

SUSxx : thép không gỉ.

SUHxx : thép chịu nhiệt.

SK : thép cacbon dụng cụ.

5.3. Tiêu chuẩn Mỹ

Mỹ là nước có nhiều tiêu chuẩn về vật liệu kim loại: ALSL, AISI, SAE, AMS, ASME, ASTM, UNS...

Dưới đây giới thiệu một số tiêu chuẩn.

1/ Tiêu chuẩn ALSL: tiêu chuẩn này thuộc tổ chức chuyên về thép và gang có tiếng của Mỹ. Hệ thống tiêu chuẩn này nói chung có các ký hiệu trùng với tiêu chuẩn SAE. Các hệ thống này qui định như sau:

10xx: thép cacbon thông thường (các loại này có $Mn \leq 1\%$).

15xx : thép cacbon thông thường ($Mn = 1 \div 1,65\%$).

23xx, 25xx : thép niken.

30xx ÷ 34xx : thép crôm - niken.

46xx ÷ 50xx : thép crôm - niken - mômipden.

2/ Tiêu chuẩn ASME : thép được ký hiệu bắt đầu bằng chữ S.

Ký hiệu: SAxxx (xxx): biểu thị thép không gỉ, trong đó có 3 chữ số đầu xxx là của ASME; còn 3 chữ số tiếp (xxx) là của tiêu chuẩn AISI và chúng tương đương nhau.

Ví dụ: thép không gỉ SA249(304). Trong đó SA249 là thép không gỉ; (304) là loại thép không gỉ theo tiêu chuẩn AISI (tương đương).

3/ Tiêu chuẩn SAE. Các ký hiệu về thép kết cấu, thép chế tạo máy của SAE thường trùng với tiêu chuẩn AISI và được biểu thị bằng 4 chữ số. Tiêu chuẩn này được áp dụng rộng rãi ở Mỹ và thế giới.

5.4. Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN)

Về cơ bản tiêu chuẩn Việt Nam giống tiêu chuẩn GOST (của Liên Xô cũ).

TCVN 1659-75 qui định các nguyên tắc chung ký hiệu vật liệu kim loại và hợp kim.

TCVN 1765-75 qui định cho thép cacbon xây dựng.

Nhóm A ký hiệu là CT; nhóm B ký hiệu là BCT; nhóm C ký hiệu là CCT và hai chữ số sau biểu thị giới hạn bền (kG/mm^2).

- TCVN 1766-75 qui định các mức thép cacbon chất lượng tốt, để chế tạo máy - ký hiệu là chữ C và hai chữ số tiếp theo biểu thị hàm lượng cacbon trung bình theo phần vạn.

- TCVN 1822-76 qui định thép cacbon dụng cụ, ký hiệu là chữ CD với hai chữ số sau chỉ hàm lượng cacbon trung bình theo phần vạn.

- TCVN 1823-76 qui định các mức thép hợp kim dụng cụ.

- TCVN 2735-78 qui định các mức thép không gỉ, thép bền nóng.

- TCVN 3104-79 qui định các mức thép hợp kim thấp, độ bền cao HSLA (High Strength Low Alloy Steel).

Loại thép HSLA được dùng nhiều trong ngành xây dựng, chế tạo máy, giao thông... Loại thép này được chia thành 9 nhóm theo điều kiện làm việc và tính toán, v.v.

Ví dụ: nhóm 1 dùng làm kết cấu hàn trong điều kiện làm việc đặc biệt nặng chịu tác dụng tải trọng động trực tiếp có rung động.

Người ta dùng các mức thép sau:

+ C44/29 (ký hiệu của $\sigma_t/\sigma_{0.2}$ tương ứng với thép 09Mn2Si.

+ C46/33 tương ứng thép 10Mn2Si; 10Mn2SiCu; 15CrSiNiCu.

+ C52/40 tương ứng thép 10CrSiNiCu; 10Mn2Si đã qua nhiệt luyện.

Một số ứng dụng của các loại thép này.

+ Làm cầu cho đường ô tô, dùng từ cấp C46/33 ÷ C70/60 (như các loại 15CrSiNiCu; 16Mn2AlV).

+ Làm kết cấu hàn cho máy xúc, xe bánh xích... dùng từ cấp C70/60 ÷ C85/75 (tương ứng 12MnSiMoV; 14Mn2SiMoV).

+ Trong xây dựng sử dụng nhiều thép làm cốt bê tông có tiết diện tròn và có gai (thép vằn). Thép làm cốt bê tông là thép cacbon thấp hoặc trung bình. Tiêu chuẩn TCVN 1765-75 cho biết thép C. CT51_n dùng làm cốt bê tông có gai, đường kính $d = (10 \div 28)$ mm và thép tròn không có gai mức CT38.

Các loại thép gai để làm cốt bê tông có cấp cao hơn thép thông thường là thép HSLA.

- TCVN 1651-85 thép cốt bê tông cán nóng.

- TCVN 5709-93 thép làm kết cấu xây dựng.

Trong sản xuất công nghiệp, ngoài sử dụng thép, gang... còn sử dụng các loại kim loại màu, đặc biệt trong công nghệ hàn thường gặp các loại: đồng, nhôm, niken, titan...

Các bảng từ 2.12 ÷ 2.16 giới thiệu các tính chất của các kim loại này.

Bảng 2.12. Tính chất vật lý của kim loại màu và sắt [34]

Kim loại	Thứ tự trong bảng tuần hoàn	Khối lượng nguyên tử	Khối lượng riêng	Nhiệt độ nóng chảy	Nhiệt độ sôi	Nhiệt dung riêng ở 20°C	Hệ số dẫn nhiệt ở 20°C	Hệ số dẫn nở nhiệt truyền tính	Điện trở riêng ở 20°C
			g/cm ³	°C	°C	J/kg.K	W/m.K	10 ⁶ x deg ⁻¹	10 ⁻⁸ x Ω.m
Al	13	26,98	2,7	660	2327	900	255	24,3	2,66
Be	4	9,01	1,85	1284	2450	1830	188	11,7	3,6
V	23	50,94	6,1	1950	3309	501	31,0	10,9	24,8
W	74	183,85	19,35	3395	5900	130	130	4,98	5,5
Hf	72	178,49	13,31	2222	5400	142	22,5	5,9	40
Fe	26	55,84	7,87	1539	2880	640	77	11,7	9,7
Au	79	196,97	19,32	1063	2677	134	311	14,2	2,25
Mg	12	24,31	1,74	650	1107	1030	155	26	4,47

Bảng 2.12 (tiếp)

Kim loại	Thứ tự trong bảng tuần hoàn	Khối lượng nguyên tử	Khối lượng riêng	Nhiệt độ nóng chảy	Nhiệt độ sôi	Nhiệt dung riêng ở 20°C	Hệ số dẫn nhiệt ở 20°C	Hệ số dẫn nở nhiệt truyền tinh	Điện trở riêng ở 20°C
			g/cm ³	°C	°C	J/kg.K	W/m.K	10 ⁶ x deg ⁻¹	10 ⁻⁸ x Ω.m
Cu	29	63,54	8,94	1083	2360	384	391	16,8	1,68
Mo	42	95,94	10,22	2620	4830	255	145	5,44	5,2
Ni	28	58,70	8,90	1453	2730	435	92,5	13,3	6,8
Nb	41	92,91	8,57	2468	5127	272	52,5	7,1	15,22
Pd	46	106,4	12,02	1552	2937	263	71,3	11,1	9,96
Pt	78	195,09	21,45	1769	3800	134	72,8	9,1	10,3
Pb	82	207,2	11,34	327,4	1740	130	34,7	27,56	20,68
Ag	47	107,87	10,5	960,8	2184	259	423	19,51	1,47
Ta	73	180,95	16,65	2996	5300	136	54,5	6,55	12,4
Ti	22	47,9	4,51	1668	3260	525	15,1	8,5	42
Cr	24	51,99	7,19	1875	2148	462	67,1	6,2	12,8
Zn	30	65,38	7,14	419,5	907	378	110	32,5	5,75
Zr	40	91,22	6,51	1855	4330	289	21	5,89	45

Bảng 2.13 cho biết cơ tính gần đúng của kim loại màu. Trong thực tế, các giá trị trên bảng này dao động tùy theo độ tinh khiết của chúng, trước hết là hàm lượng các tạp chất khí (ôxi, nitơ, hydro)

Bảng 2.13. Cơ tính của kim loại màu kết cấu

Kim loại	Modun đàn hồi MPa	Giới hạn bền MPa	Độ giãn dài tương đối %	Độ thắt tương đối %
Al	70600	78 + 108	40	80
Be	295000	138	2	-
V	132500	176 + 442	25 + 40	50 + 60
W	374000	1180 + 1375	Giòn	Giòn
Hf	139000	345 + 442	20 + 30	30 + 40
Au	77500	138 + 157	30 + 50	90

Bảng 2.13 (tiếp)

Kim loại	Modun đàn hồi MPa	Giới hạn bền MPa	Độ giãn dài tương đối %	Độ thắt tương đối %
Mg	42800	176 + 245	8 + 17	10 + 20
Cu	128700	216 + 235	60	75
Mo	286000	393 + 686	15 + 30	12 + 40
Ni	201900	393 + 491	40	70
Nb	89100	345 + 491	30 + 40	50 + 60
Pd	121500	176 + 196	25 + 40	80
Pt	169000	147 + 167	30 + 50	90
Pb	15700	10,8 + 12,7	30 + 40	92 + 100
Ag	74500	98 + 147	40 + 50	90
Ta	174800	196 + 442	30 + 50	40 + 60
Ti	108000	245 + 345	40 + 55	55 + 70
Cr	245000	294 + 686	12 + 40	3 + 30
Zn	10800	108 + 147	5 + 20	15
Zr	87800	245 + 393	30 + 50	40 + 60

Bảng 2.14. Ký hiệu vật liệu đồng và hợp kim đồng

Tên gọi	Loại	Thành phần gần đúng	Độ bền kéo [MPa]	Độ giãn dài [%]
Đồng, Cu	ECu	> 99,0% Cu	170	20
Đồng thanh silic, Cu-Sn	ECuSi	2,4-4,0 Si; Cu	350	20
Đồng thanh phốt pho, Cu-Sn-P	ECuSn-A	4-6 Sn; 0,05 + 0,35P;	240	20
	ECuSn-C	7-9 Sn; 0,05-0,35P; Cu	280	20
Hợp kim đồng niken, Cu-Ni	ECuNi	29-33 Ni; 1-2 Mn; 0,4-0,75 Fe; Cu	350	20
Đồng thanh nhôm Cu-Sn-Al	ECuAl-A2	7-9 Al; 0,5-5,0 Fe; Cu	410	20
	ECuAl-B	8-10 Al; 2,5-5,0 Fe; Cu	450	10
	ECuNiAl	4-6 Ni; 6,5-8,5 Al; 0,5-3,5 Mn; 3-6 Fe; Cu	500	10
	ECuMnNiAl	1-2,5 Ni; 5,5-7,5 Al; 11-13 Mn; 2-6 Fe; Cu	520	15

Bảng 2.15. Một số hợp kim nhôm và thành phần hoá học tiêu biểu

Ký hiệu	Tính chất	Thành phần [%]
1060	Không thể nhiệt luyện	$\geq 99,6$ Al
1100	Không thể nhiệt luyện	0,12 Cu; ≥ 99 Al
2219	Có thể nhiệt luyện	6,3 Cu; 0,3 Mn; 0,18 Zr; 0,1 V; Al còn lại
3004	Không thể nhiệt luyện	1,2 Mn; 1,0 Mg; Al còn lại
5050	Không thể nhiệt luyện	1,4 Mg; Al còn lại
5456	Không thể nhiệt luyện	0,6 Mn; 5,1 Mg; 0,12 Cr; Al còn lại
6061	Có thể nhiệt luyện	0,6 Si; 0,27 Cu; 1,0 Mg; 0,2 Cr; Al còn lại
7005	Có thể nhiệt luyện. Độ bền cao	0,45 Mn; 1,4 Mg; 0,13 Cr; 40,5 Zn; Al còn lại
7039	Có thể nhiệt luyện. Độ bền cao	0,27 Mn; 2,8 Mg; 0,2 Cr; 4,0 Zn; Al còn lại
2014	Có thể nhiệt luyện. Độ bền cao	0,8 Si; 4,4 Cu; 0,8 Mn; 0,5 Mg; Al còn lại
4032	Có thể nhiệt luyện.	12,2 Cu; 0,9 Cu; 1,1 Mg; Al còn lại
2024	Có thể nhiệt luyện. Độ bền cao	4,4 Cu; 0,6Mn; 1,5 Mg; Al còn lại
7075	Có thể nhiệt luyện. Độ bền cao	1,6 Cu; 2,5 Mg; 0,3 Cr; 5,6 Zn; Al còn lại

Các hợp kim niken bao gồm chủ yếu hợp kim dưới dạng dung dịch rắn và hợp kim biến cứng kết tủa, bảng 2.16.

Bảng 2.16. Thành phần hoá học một số hợp kim niken tiêu biểu [12]

Hợp kim dưới dạng dung dịch rắn	
Monel 400	66,5 % Ni; 0,2%C; 12% Fe; 31,5%Cu; 1%Mn; 0,2%Si
Hastelloy F	47%Ni; 0,05% C; 22% Cr; 6,5% Mo; 17% Fe; 2,5% Co; 2% Nb; 1,5% Mn; 1% Si; 1%W
Nichrome	57% Ni; 0,1% C; 16% Cr; 25% Fe; 1% Mn; 1% Si
Inconel 600	76% Ni; 0,08%C; 15,5% Cr; 8% Fe; 0,2% Cu; 0,5% Mn; 0,2% Si
Hợp kim dưới dạng biến cứng kết tủa	
Monel K-500	66,5% Ni; 0,10% C; 1% Fe; 29,5% Cu; 2,7% Al; 0,6% Ti; 0,08% Mn; 0,2% Si
René 41	55% Ni; 0,10% C; 19% Cu; 10% Mo; 1% Fe; 10% Co; 1,5% Al; 3% Ti; 0,05%Mn; 0,1% Si; 0,005% B; 0,06%Zr
Nimonic 80A	76% Ni; 0,06% C; 19,5% Cr; 1,6% Al; 2,4% Ti; 0,3% Mn; 0,3% Si; 0,006% B; 0,06% Zr
Inconel X 750	73% Ni; 0,04% C; 15,5% Cr; 7% Fe; 0,7% Al; 2,5% Ti; 1% Nb; 0,5% Mn; 0,2% Si

II. VẬT LIỆU HÀN HỒ QUANG

1. Điện cực kim loại (que hàn) để hàn hồ quang tay

1.1. Que hàn

Điện cực để hàn hồ quang tay (hàn thép, gang, nhôm, v.v.) thường dùng là điện cực nóng chảy (gọi là que hàn). Trong quá trình hàn, que hàn làm nhiệm vụ gây hồ quang và bổ sung kim loại cho mối hàn.

Que hàn gồm có lõi kim loại, là những đoạn dây kim loại có chiều dài khoảng $(250 \div 450)$ mm và đường kính khoảng $(1 \div 12)$ mm.

Bọc ngoài lõi kim loại là lớp thuốc hàn. Đó là hỗn hợp các hóa chất, các khoáng chất, các ferô hợp kim và chất dính kết.

Thuốc bọc que hàn cần thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Phải có tính ổn định và ion hóa tốt để đảm bảo cho hồ quang cháy ổn định trong quá trình hàn (thường dùng các nguyên tố của nhóm kim loại kiềm).

- Bảo vệ cho mối hàn không tác dụng với oxy và nitơ của môi trường xung quanh.

- Có khả năng tạo xỉ, xỉ lỏng đều và phủ đều trên bề mặt kim loại mối hàn, để bảo vệ mối hàn và giảm tốc độ nguội của mối hàn, đồng thời xỉ phải dễ bong.

- Có khả năng khử oxy trong quá trình hàn.

- Có khả năng hợp kim hóa mối hàn để nâng cao cơ tính của mối hàn.

- Bảo đảm độ bám chắc của thuốc lên lõi que, nhưng không gây ra các khí độc hại khi hàn.

Que hàn hồ quang tay có nhiều loại; tùy theo loại vật liệu làm lõi que mà ta có que hàn thép, que hàn gang, que hàn đồng, v.v.

Que hàn thép có thể chia làm ba nhóm chính sau:

- + Que hàn để hàn các loại thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp.

Nhóm này thường được dùng các loại lõi dây C_B-08; C_B-08A; C_B-10A để chế tạo ra các que hàn loại Э34; Э42; Э46; УОНИ-13/45 (của Nga) hoặc N45; N46 (của Việt Nam).

+ Que hàn để hàn các loại thép cacbon cao, thép hợp kim, loại này thường dùng các loại dây C_B-08ГC; C_B-18ХГСА... để chế tạo các loại que như УОНИ-13/65; Э60; Э85F...

+ Que hàn để hàn các loại hợp kim cao, thép không gỉ. Loại này thường dùng các loại lõi thép hợp kim cao như: C_B-13Х25Г; C_B-40Х19Н9, v.v.

Bảng 2.17 giới thiệu đặc tính của các loại que hàn để hàn thép.

Căn cứ vào tính chất vật liệu hàn và yêu cầu kỹ thuật của mối hàn để lựa chọn que hàn thích hợp. Do vậy tính chất của kim loại mối hàn khi sử dụng các que hàn khác nhau để hàn hồ quang các kết cấu cũng khác nhau (bảng 2.18).

Bảng 2.17. Tính chất cơ học của mối hàn khi hàn hồ quang bằng que hàn để hàn kết cấu thép

Loại điện cực	Kim loại mối hàn		Góc uốn của mối hàn với que hàn < 3mm (độ)
	Độ dẫn dài tương đối (%)	Độ dai va đập kGm/cm ²	
E38	14	3	60
E42	18	8	150
E46	18	8	150
E50	16	7	120
E42A	22	15	180
E46A	22	14	180
E50A	20	13	150
E55	20	12	150
E60	18	10	120

Bảng 2.18. Các đặc tính của que hàn theo GOST 9467-75 dùng hàn thép hợp kim thấp

Loại điện cực	Mã điện cực	Mã dây hàn GOST 2246-70	Nguồn hàn và nối cực	Vị trí hàn	Hệ số đắp (g/Áh)	Chế độ sấy	
						Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)
E42	AHO-5	CB-08; CB-08A	Dòng một chiều hoặc xoay chiều	Tất cả các vị trí	11	180-200	60
	AHO-6	"	"	"	8,5	180-200	60
	AHO-1	"	"	"	15	180-200	60
	OMA-2	"	"	"	10	100	60
	УОНИ-13/45	"	Dòng một chiều và điện cực (+)	Tất cả các vị trí	8,5	350-370	60
E46	CM-11 AHO-3	"	"	"	9,5	300-350	60
E50A	AHO-4 УОНИ-13/55	CB-08; CB-08A	Dòng một chiều và xoay chiều	"	8,5	190-200	40
	AHO-11 AHO-12	"	Dòng một chiều điện cực (+)	"	8,3	190-200	40
	УОНИ-13/55Y	"	"	"	9	350	60
E-55	AHO-11 AHO-12	"	Dòng một chiều và xoay chiều	"	10	350	30
	УОНИ-13/55Y	"	Dòng một chiều điện cực (+);	Một chiều và xoay chiều	12	350-400	60
	УОНИ-13/65 УОНИ-13/85	"	Dòng xoay chiều	Ngang, đứng	9,5	300-350	60
E60A	УОНИ-13/85Y	CB-08; CB-08A	Dòng xoay chiều	Tất cả các vị trí	9	400	60
E85	"	"	Dòng một chiều điện cực (+)	"	9,5	370	60
	"	"	Dòng một chiều và xoay chiều	"	10	300-350	60

Mặt khác có thể căn cứ vào tính chất của lớp thuốc bọc que hàn để lựa chọn que hàn theo kết quả mong muốn.

- Que hàn loại “rutin” là loại que hàn thường gặp; cho phép tạo được những mối hàn đẹp ở mọi vị trí; xỉ được làm sạch dễ dàng.

- Que hàn loại “kiềm tính” là loại có thể hàn ở mọi vị trí, mối hàn ít bị nứt. Loại que hàn này thường dùng cho các kết cấu đòi hỏi có tính an toàn cao, cho các chi tiết hàn có chiều dày lớn, có độ cứng vững cao (như cầu, bình chịu áp suất cao, v.v.). Tuy nhiên khi sử dụng loại này yêu cầu người thợ hàn phải có kinh nghiệm và có tay nghề cao vì hồ quang hàn rất ngắn.

- Que hàn loại “xenlulô” là loại que hàn mà vỏ bọc chứa nhiều thành phần hữu cơ để tạo ra khí bảo vệ. Loại que hàn này được dùng để hàn các ống dẫn trong ngành thủy lợi, dầu khí... Thành phần của thuốc bọc que hàn này rất đa dạng.

Khoảng 100 loại nguyên liệu dạng bột được sử dụng làm thuốc bọc bao gồm các ôxyt, cacbonat, silicat, hợp chất hữu cơ, florit và hợp kim sắt; hỗn hợp trộn chứa các chất này theo những thành phần xác định.

Nguyên liệu dạng bột thường dùng nhất và các chức năng của chúng được liệt kê trong bảng 2.19. Các loại que hàn có thể được phân loại theo nguyên liệu được trộn trong hỗn hợp thuốc. Tên các thành phần chính trong hỗn hợp thuốc được sử dụng để nhận biết kiểu que hàn (loại trừ kiểu hydrô thấp), ví dụ kiểu ilmenite, kiểu vôi titane, các kiểu xellulo cao và kiểu ôxyt titan cao.

Bảng 2.20 là các ví dụ về các tỷ lệ hòa trộn nguyên liệu bột và các kiểu que hàn tiêu biểu dùng cho thép trung bình (que hàn Nhật Bản theo tiêu chuẩn JIS 3211).

Tính công nghệ, tính hàn, hiệu suất của que hàn được đặc trưng bởi hỗn hợp thuốc bọc. Đối với các que hàn đặc biệt dùng cho thép độ bền kéo cao, thép hợp kim thấp, thép không gỉ, hàn đắp bề mặt, hợp kim màu cần chú ý đến tính hàn, tức là để tránh các vết nứt hàn, đạt thành phần hóa học và các tính chất cơ học, hơn là chú ý đến tính công nghệ (bảng 2.21 và 2.22).

a) Kiểu Ilmenite (D4301)

Kiểu que hàn này được chế tạo với 1/3 khối lượng chất phụ gia là

quặng ilmenite (của Nhật). Kiểu que hàn này cho hồ quang mạnh, kết quả là độ ngấu cao, xỉ lỏng, dễ hàn ở mọi tư thế. Kiểu que hàn này cũng cho mối hàn đẹp, có độ chống nứt cao; tính công nghệ, tính hàn và hiệu suất tốt. Loại que hàn này có thể dùng để hàn với chiều dày mỏng, khi hàn ít tạo khói.

b) Kiểu vôi - titan (D4303)

Kiểu que hàn này có thuốc bọc chủ yếu chứa ôxyt titan (quặng nhẹ) và đá vôi. Loại này có tính công nghệ cao hơn loại ilmenite và có tính khử xỉ tốt trong các mối hàn rãnh hẹp so với các que hàn khác. Vết nứt phía dưới ít xảy ra khi hàn đứng hoặc hàn ngửa khi dùng loại que hàn này. Kim loại kết tinh có độ sít chặt cao, độ xuyên thấu tia X hơi thấp hơn so với kiểu ilmenite. Do đó cần đặc biệt chú ý khi hàn có đòi hỏi chất lượng cao và phải kiểm tra bằng tia X.

Bảng 2.19. Hỗn hợp trợ dung hàn cơ bản và các đặc tính

Chức năng Thành phần thuốc	Độ ổn định hồ quang	Sự tạo xỉ	Phản ứng khử	Phản ứng ôxy hóa	Sự tạo khí	Bổ sung nguyên tố hợp kim	Lớp bọc dùng độ bền	Độ liên kết của lớp bọc
Xellulo			○		●		○	
Đất sét	○							
Bột tale		●						
Ôxyt titan	●	●						
Ilmenite	●	●						
Ôxyt sắt	○	●		●				
Đá vôi	●	●		○	●			
Ferô mangan		●	●			○		
Điôxyt mangan	○	●		●				
Cát silic	○	●						
Silicat kali	●	○						●
Silicat natri	○	○						●

Ghi chú: Chức năng chính ● ; chức năng phụ ○

Bảng 2.20. Một số tỷ lệ hỗn hợp chất phụ gia bọc que hàn cho thép trung bình

Que hàn	Tỷ lệ hỗn hợp các thành phần phụ gia (%)							
	Ilmenite	Đá vôi	Fero mangan cacbon trung bình	MnO ₂	Cát silic	Feldspar kali	Tinh bột	Talc
D4301 (Kiểu Ilmenite)	35	6	15	5	10	16	5	8
D4303 (Kiểu vôi - titan)	Rutile 34	Đolomite 32	Cát silic 10	Feldspar 10	Mica 6	Fero mangan 10	Tinh bột 4	
D4311 (Kiểu xellulose)	Xellulose 21	Oxyt titan 11	Amiant 11	Fero mangan cacbon trung bình 8	Talc 10			
D4313 (Kiểu oxyt titan cao)	Rutil 45	Fero mangan cacbon trung bình 13	Tinh bột 2	Talc 12	Xellulose 5	Feldspar 20	Đá vôi 4	
D4316 (Kiểu hydro thấp)	Đá vôi 50	Fluorite 20	Fero silic 10	Fero mangan cacbon trung bình 2	Bột sắt 10	Mica 7		
D4327 (Kiểu bột sắt và bột oxyt sắt)	Xellulose 3	Talc 10	Fero mangan cacbon trung bình 16	Feldspar 10	Cát silic 20	Quặng sắt 30	Bột sắt 20	

Bảng 2.21. Que hàn để hàn thép cacbon trung bình (JIS Z3211-86)

Kiểu que hàn	Vỏ bọc	Vị trí hàn (1)	Dòng điện (2)	Tính chất cơ học của kim loại hàn			
				Độ bền kéo kG/mm ² (N/mm ²)	Giới hạn chảy kG/mm ² (N/mm ²)	Độ giãn dài (%)	Độ dai va đập kGm/mm ²
D4301	Ilmenite	F.V.O.H	AC hay DC (±)	≥ 43 (420)	≥ 35 (340)	≥ 22	≥ 4,8 (47)
D4303	Vôi - titan	F.V.O.H	-	≥ 43 (420)	≥ 35 (340)	≥ 22	≥ 2,8 (27)
D4311	Xellulose	F.V.O.H	-	≥ 43 (420)	≥ 35 (340)	≥ 22	≥ 2,8 (27)
D4313	Ôxyt titan cao	F.V.O.H	AC hay DC (-)	≥ 43 (420)	≥ 35 (340)	≥ 17	-
D4316	Hydro thấp	F.V.O.H	AC hay DC (+)	≥ 43 (420)	≥ 35 (340)	≥ 25	≥ 4,8 (47)
D4324	Bột sắt + ôxyt titan	F.H	AC hay DC (±)	≥ 43 (420)	≥ 35 (340)	≥ 17	-
D4320	Bột sắt, hydro thấp	F.H	AC hay DC (+)	≥ 43 (420)	≥ 35 (340)	≥ 25	≥ 4,8 (47)
D4327	Bột sắt, bột ôxyt sắt.	F.H	AC hay DC (+)	≥ 43 (420)	≥ 35 (340)	≥ 25	≥ 2,8 (27)
D4340	Đặc biệt	F.V.O.H. hay vị trí bất kỳ	AC hay DC (±)	≥ 43 (420)	≥ 35 (340)	≥ 22	≥ 2,8 (27)

Ghi chú:

(1) Ký hiệu cho vị trí hàn.

F: hàn sập; V: hàn đứng; O: hàn trần; H: hàn ngang.

Vị trí hàn trong bảng được áp dụng cho que hàn đường kính nhỏ hơn 5 mm.

(2) Ý nghĩa ký hiệu dòng điện: DC= Direct current; AC = Alternation current

AC: dòng xoay chiều; DC (±): dòng điện một chiều; điện cực dương hoặc âm.

DC (+) điện cực dương; DC (-) điện cực âm.

Bảng 2.22. Chất lượng que hàn thép trung bình (JIS Z3211-86)

Kiểu điện cực	Hiệu quả (1)			Cơ tính				Thành phần hóa học %			Tính chất chung và phạm vi sử dụng
	Tính công nghệ	Tính hàn	Hiệu suất	Giới hạn chảy k G/mm ²	Độ bền kéo dài (kG/mm ²)	Độ dãn dài (%)	Độ dai va đập (kGm/mm ²)	C	Mn	Si	
D4301	△	▲	●	42	47	32	10	0,09	0,45	0,09	Chất lượng đạt tốt
D4303	●	○	○	42	46	33	11	0,08	0,35	0,11	Độ ổn định tia X hơi thấp hơn so với loại D4301
D4313	●	△	△	44	50	28	7	0,08	0,35	0,27	Đổi với các tấm thép mỏng, hàn thẳng đứng đi xuống có thể thực hiện được
D4316	○	●	△	48	55	33	22	0,08	0,85	0,55	Đổi với thép đặc biệt và các tấm thép dày, hàn một phía và hàn thẳng đứng đi xuống có thể thực hiện được
D4327	●	○	●	43	49	32	9	0,08	0,70	0,35	Hàn ngang hiệu quả cao, có thể thực hiện kết hợp với tấm lót dẫn hướng (dẫn hướng kiểu tiếp xúc đàn hồi)

Ghi chú (1) + Tính công nghệ: chất lượng hàn tính đến độ ổn định hồ quang, khử xỉ, hình dáng mối hàn, v.v.

+ Tính hàn: dễ dàng trong quá trình hàn, vết nứt mối hàn được kiểm tra bằng X quang, v.v.

+ Hiệu suất: tốc độ tăng trong khi hàn.

● Tuyệt hảo ○ Tốt

▲ Rất tốt △ Chấp nhận được

Bảng 2.23. Quy định loại vỏ bọc, tư thế hàn và loại dòng điện hàn theo tiêu chuẩn AWS A 5.1-1991

Ký hiệu	Loại vỏ bọc	Tư thế hàn	Loại dòng hàn
E6010	Xelulô cao, chứa Na (C)	Sấp, đứng, trần ngang	+
E6011	Xelulô cao, chứa K (C)	Sấp, đứng, trần ngang	+/-
E6012	Rutil cao, chứa Na (R)	Sấp, đứng, trần ngang	- /-
E6013	Rutil cao, chứa K (RR)	Sấp, đứng, trần ngang	+/- /-
E6020	Oxit sắt cao (A)	Ngang, mối hàn góc	- /-
E6022	Oxit sắt cao (A)	Sấp, hàn một lượt	+/- /-
E6027	Oxit sắt cao, chứa bột sắt (A)	Ngang, mối hàn góc, sấp	- /-
E7014	Rutil, chứa bột sắt (RR)	Sấp, đứng, trần ngang	+/- /-
E7015	Hydro thấp, chứa Na (B)	Sấp, đứng, trần ngang	+
E7016	Hydro thấp, chứa K (B)	Sấp, đứng, trần ngang	+/-
E7018	Hydro thấp, chứa K, bột sắt (B)	Sấp, đứng, trần ngang	+/-
E7024	Rutil, chứa bột sắt (RR)	Ngang, mối hàn góc, sấp	+/- /-
E7027	Oxit sắt cao, chứa bột sắt (A)	Ngang, mối hàn góc, sấp	- /-
E7028	Hydro thấp, chứa K, bột sắt (B)	Ngang, mối hàn góc, sấp	+/-
E7048	Hydro thấp, chứa K, bột sắt (B)	Sấp, trần, ngang, đứng từ trên xuống	+/-
E7018M	Hydro thấp, chứa K, bột sắt (B)	Sấp, đứng, trần, ngang	+

c) Kiểu xellulose cao (D4311)

Que hàn loại này có lớp bọc mỏng với chất phụ gia chứa 20 ÷ 30% hợp chất hữu cơ. Các hợp chất hữu cơ bị cháy do nhiệt tăng trong quá trình hàn và tạo ra nhiều khí, khí này bảo vệ được mối hàn. Que hàn này còn được gọi là que hàn bảo vệ. Khí hàn que hàn này dễ bị bắn tóe và mối hàn không đẹp, do đó nó ít được ưa chuộng và thường được thay thế bằng que hàn ilmenite. Nhưng loại que hàn này tạo ít xỉ, hàn đứng hướng xuống hoặc dốc nghiêng bất kỳ đều có thể thực hiện tương đối dễ. Thường dùng máy hàn với dòng một chiều (DC) để hàn các đường ống.

d) Kiểu ôxyt titan (D4313)

Kiểu que hàn này được bọc chất phụ gia chứa 30 ÷ 40% ôxyt titan, tạo hồ quang ổn định, ít bị bắn tóe, tính công nghệ tốt, độ ngấu mối hàn thấp, mối hàn có bề mặt đẹp, do đó thích hợp để hàn thép tấm mỏng. Tính dẻo kim loại hàn tương đối thấp, do đó không thích hợp để hàn các cấu trúc chịu lực cao và các tấm dày.

e) Kiểu bột sắt - ôxyt titan (D4324)

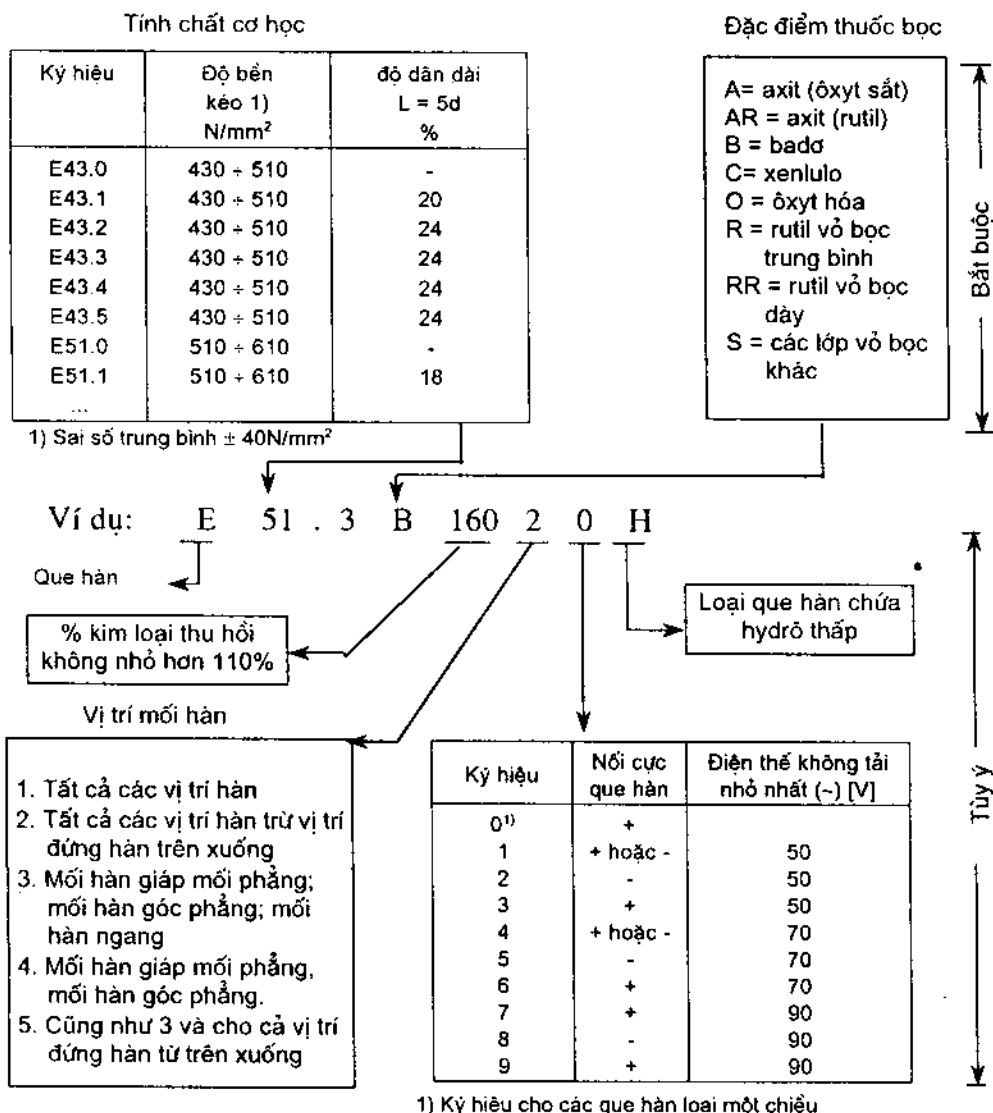
Kiểu que hàn này chứa khoảng 50% bột sắt trong hỗn hợp thuốc bọc của loại D4813. Do đó tính công nghệ và tính hàn gần tương tự với kiểu

D4313, nhưng có tốc độ mối hàn cao hơn, bề mặt mối hàn tốt, tuy vậy chỉ thích hợp cho vị trí hàn sấp, hàn ngang.

* Theo tiêu chuẩn Mỹ AWS loại vỏ bọc que hàn thường gắn liền với qui định về dòng điện hàn và tư thế hàn, bảng 2.23.

1.2. Một số tiêu chuẩn que hàn ở các nước

1.2.1. Tiêu chuẩn và ký hiệu que hàn theo ISO



*1.2.2. Ký hiệu que hàn theo tiêu chuẩn Đức và châu Âu
DIN.EN 499-(01-1995)*

Chữ số	Giới hạn chảy $\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)	Độ bền kéo σ_k (N/mm ²)	Độ giãn dài %	Ghi chú
35	350	440 - 570	22	Giới hạn chảy của kim loại hàn phải bằng hoặc lớn hơn kim loại cơ sở
38	380	470 - 600	20	
42	420	500 - 640	20	
46	460	530 - 680	20	

Ký hiệu que hàn

Ký hiệu cơ tính mỗi hàn

DIN.EN.499	E	42	4	-	B	4	2	H5
	1	2	3	4	5	6	7	8

Ký hiệu nhiệt độ thử độ dai và đập của kim loại hàn

Ký hiệu	Nhiệt độ thử độ dai và đập tối thiểu charpy 47J [°C]	Ghi chú
Z	-	- Độ dai và đập là mức độ bền vững của vật liệu hàn.
A	+20	
O	0	
2	-20	- Số ký hiệu càng cao, độ dai và đập càng cao.
3	-30	
4	-40	
5	-50	
6	-60	

(tiếp)

Ký hiệu	Thành phần hóa học (%)			
	Mn	Mo	Ni	Ghi chú
Không có	2,0	-	-	Đối với thép xây dựng S235, S356
Mo	1,4	0,3 ÷ 0,6	-	Cho phép hợp kim molybden thấp
MnMo	>1,4 ÷ 2	0,3 ÷ 0,6	=	
1Ni	1,4	-	0,6 ÷ 1,2	Cho phép có độ bền cao, $\sigma_{\text{max}} = 500 \text{ N/mm}^2$

Ký hiệu thành phần
hóa học kim loại màu

DIN.EN.499	E	42	4	-	B	4	2	H5
	1	2	3	4	5	6	7	8

Ký hiệu loại thuốc bọc

Ký hiệu	Loại thuốc bọc
A	Axit
C	Xenlulô
R	Rutin
RR	Rutin vỏ bọc dày
RA	Rutin axit
RB	Rutin bazơ
B	Bazơ

(tiếp)

DIN, EN 499	E	42	4	-	B	4	2	H5
	1	2	3	4	5	6	7	8

Ký hiệu hiệu suất và loại dòng điện hàn ←

Ký hiệu	Hiệu suất (%)	Loại dòng điện
1	≤ 105	- và =
2	≤ 105	=
3	$> 105 \leq 125$	- và =
4	$> 105 \leq 125$	=
5	$> 125 \leq 160$	- và =
6	$> 125 \leq 160$	=
7	> 160	- và =
8	> 160	=

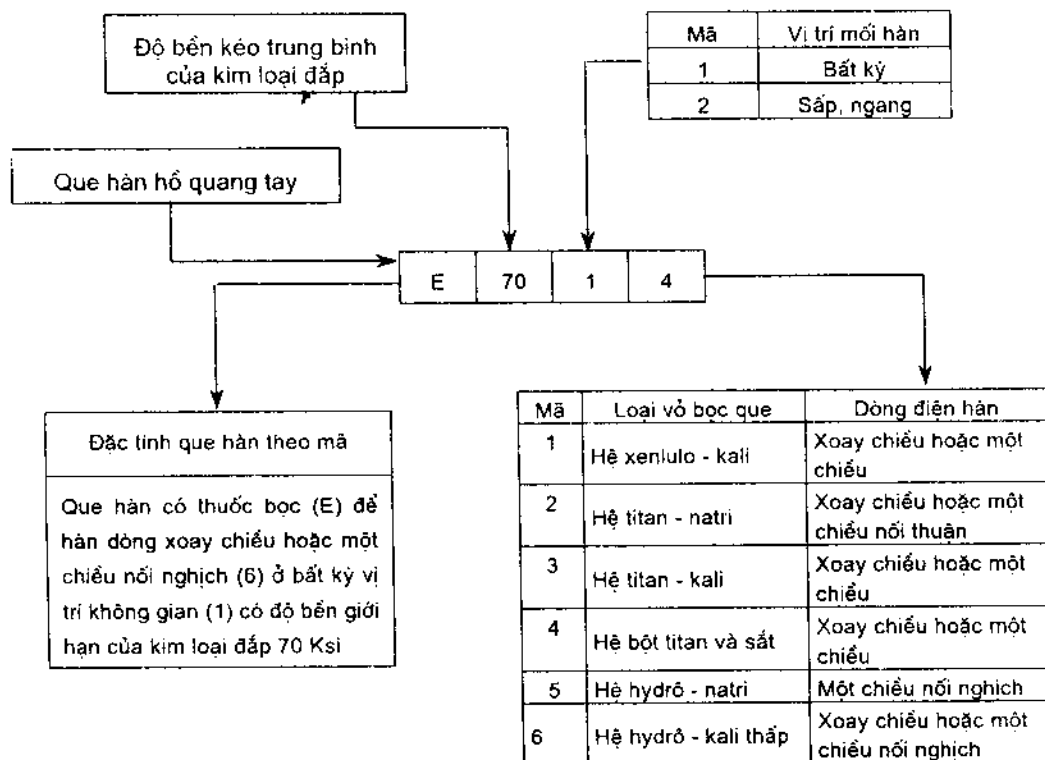
Ký hiệu vị trí hàn ←

Ký hiệu	Vị trí hàn
1	Tất cả các vị trí
2	Từ vị trí đứng hàn trên xuống
3	Hàn giáp mối, hàn góc phẳng, hàn ngang
4	Mọi hàn giáp mối, góc phẳng
5	Như ký hiệu 3 và hàn đứng trên xuống

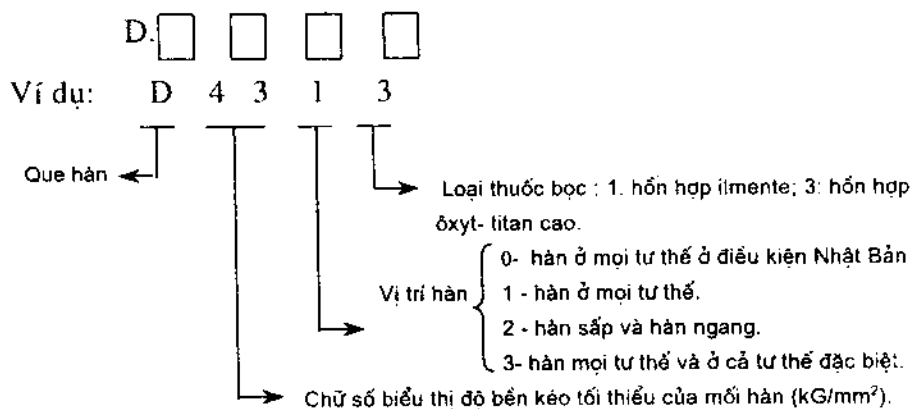
Biểu thị độ hút ẩm que hàn ←

Ký hiệu	Lượng hút ẩm của que hàn (ml/100g)
H5	5
H10	10
H15	15

1.2.3. Ký hiệu que hàn theo tiêu chuẩn Mỹ AWS/ASTM



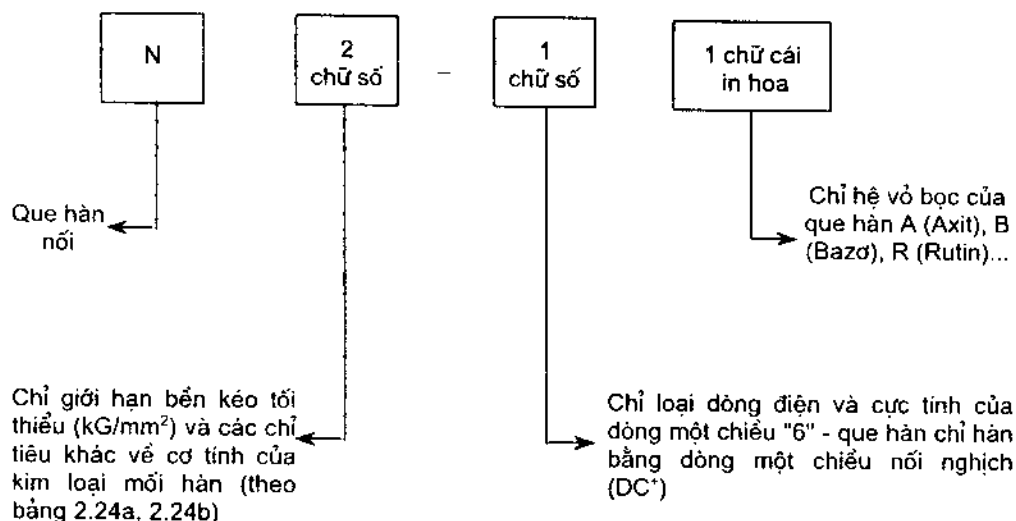
1.2.4. Ký hiệu que hàn thép cacbon thấp theo tiêu chuẩn Nhật Bản (JIS.Z3211- 86)



1.2.5. Ký hiệu tiêu chuẩn que hàn Việt Nam. TCVN

Que hàn thép cacbon và hợp kim thấp TCVN 3734-89

Cấu trúc chung của ký hiệu que hàn có dạng như sau:



Ví dụ: N50 - 6B có nghĩa là: que hàn (N) dùng để hàn thép cacbon và hợp kim thấp, vỏ thuốc hệ bazơ (B) thích hợp với hàn dòng 1 chiều nối nghịch (6). Kim loại mối hàn có giới hạn bền kéo tối thiểu là 50 kG/mm² (hay 490 MPa); độ dai va đập không bé hơn 1,3 MJ/m²; độ dẫn dài tương đối $\delta_5 \geq 20\%$; góc uốn $\alpha \geq 150^\circ$.

Bảng 2.24a. Cơ tính của khoa học mối hàn theo TCVN 3223-89

Loại que hàn	Các chỉ tiêu về cơ tính					
	Giới hạn bền kéo σ_b		Độ dai va đập a_k		Độ dẫn dài tương đối δ_5	Góc uốn α
	N/mm ²	kG/mm ²	MJ/m ²	kGm/cm ²	%	độ
Không nhỏ hơn						
N42	410	42	0,8	8	18	150
N46	450	46	0,8	8	18	150
N50	490	50	0,7	7	16	120
N42 - 6B	410	42	1,5	15	22	180
N46 - 6B	450	46	1,4	14	22	180
N50 - 6B	490	50	1,3	13	20	150
N55 - 6B	540	55	1,2	12	20	150
N60 - 6B	590	60	1,0	10	18	120

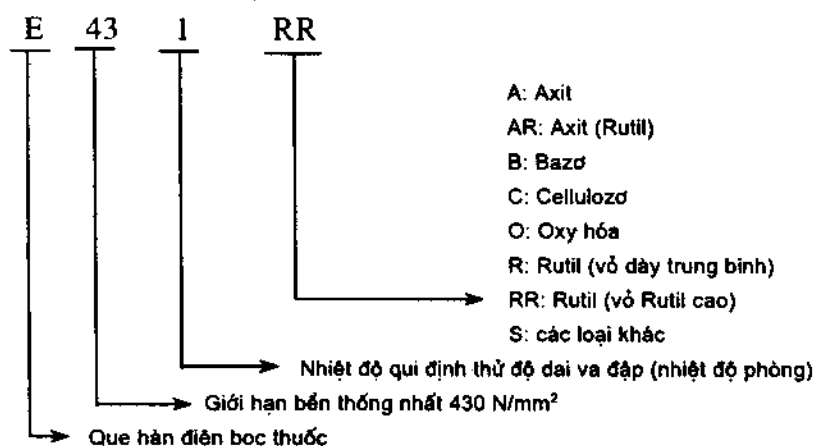
TCVN 3223-89 quy định các chỉ tiêu về thành phần hóa học của kim loại đắp như giới thiệu trong bảng 2.24b.

Bảng 2.24b. Thành phần hóa học của kim loại đắp

Loại que hàn	Thành phần hóa học (%)								Mn
	C	Si	P			S			
			1	2	3	1	2	3	
	Không lớn hơn								
N42	0,12	0,25							0,38
N46	0,12	0,25	0,04	0,045	0,05	0,035	0,04	0,045	0,40
N50	0,12	0,25							0,40
N42 - 6B	0,12	0,30							0,50
N46 - 6B	0,12	0,30	0,03			0,03			0,60
N50 - 6B	0,12	0,35							0,70
N55 - 6B	0,15	0,50							
N60 - 6B	0,15	0,60	0,03			0,03			1,00

Hiện nay tiêu chuẩn TCVN 3223 - 89 còn được sử dụng tại Công ty Cổ phần que hàn Việt - Đức, nhằm giữ thương hiệu lâu năm của mình.

Theo TCVN 3223 - 2000 thì các công ty sản xuất que hàn phải sử dụng ký hiệu cho que hàn như sau: ví dụ, que hàn E431RR:



(Tham khảo thêm bảng 2.34).

1.3. Một số loại que hàn của các nước để hàn thép cacbon và thép hợp kim thấp

1.3.1. Que hàn của hãng "Kobe steel" Nhật Bản giới thiệu trong bảng 2.24c.

Bảng 2.24c. Que hàn của hãng "Kobe steel"

Mác	Theo JIS	Thành phần hóa học của kim loại hàn [%]					Tính chất cơ học của kim loại hàn		
		C	Mn	Si	S	P	σ_T kG/mm ²	σ_b kG/mm ²	$\delta\%$
					Không lớn hơn				
B-17	D4301	0,08	0,47	0,08	0,012	0,018	43	47	28
B-14	D4301	0,07	0,40	0,12	0,015	0,019	40	46	30
B-10	D4301	0,09	0,40	0,10	0,014	0,021	42	47	28
TB-24	D4303	0,07	0,38	0,10	0,013	0,016	44	48	28
TB-32	D4303	0,07	0,37	0,13	0,013	0,016	45	49	27
TB-62	D4312	0,10	0,45	0,26	0,014	0,017	48	55	22
LB-26	D4316	0,06	0,88	0,43	0,011	0,015	47	55	33
B-25	D4320	0,06	0,29	0,10	0,017	0,019	41	47	29

1.3.2. Que hàn của hãng CEM-Pháp được giới thiệu trong bảng 2.25.

Bảng 2.25. Que hàn hãng CEM

Mác que hàn	Tiêu chuẩn AFNOR	Tính chất cơ học của kim loại hàn			
		σ_T kG/mm ²	σ_b kG/mm ²	$\delta\%$	a_K kG/cm ²
I020	E343-R12	40-46	48-52	27-32	9-10
Perroquet	E343-R22	42-47	48-53	27-31	9-II
Hirondelle-10	E343-R22	42-48	47-53	26-31	9-II
Perroquet-BA	E343-R22	43-47	48-52	26-30	9-II
Kanggourou	E243-R25	36-42	44-48	29-33	9-12
Perroquet-56	E432-R22	47-52	54-61	22-26	8-10
Mouette	E345-B29	43-47	48-54	28-33	14-17
Marsouin	E345-B26	42-48	48-55	28-34	15-18
Espadon	E534-B29	50-55	57-63	23-28	12-15
Espadon-46	E245-B26	36-44	45-53	28-32	15-19

1.3.3. Que hàn để hàn thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp

Loại que hàn này của Hãng ESAB - Thụy điển được giới thiệu trong bảng 2.26 a, b.

Bảng 2.26a. Que hàn thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp (Hãng ESAB)

Loại que hàn	Tiêu chuẩn AWS A5.1-78	Tiêu chuẩn DIN 1913-1976
Que hàn thuốc bọc xenlulô		
OK 22.45	E6010	E43-43C4
OK 22.46	E7010-A1	
OK 22.47	E8010	
OK 22.65	E6011	E4343C4
Que hàn hệ thuốc rutin		
OK 43.32	E6013	E5121RR6
OK 46.00	E6013	E4332R (C)3
OK 46.16	E7014	E4332RR(C)3
Que hàn hệ thuốc badd		
OK 48.00	E7018	E5153B10
OK 48.04	E7018	E5153B10
OK 48.15	E7018	E5153B10
OK 48.68	E7018-1	E5153B10
OK 53.05	E7016-1	E5153B10
OK 53.35	E7048	E5153B9
OK 53.68	E7016-1	E5155B10
OK 55	E7018-1	E5155B10
Que hàn hệ thuốc axit		
OK 50.10	E6013	E4342A5
OK 50.40	E6016	E4342AR1

Bảng 2.26b. Que hàn thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp (Hãng ESAB)

Ký hiệu que hàn	Tiêu chuẩn AFNOR	Thành phần hóa học %					Tính chất cơ học của kim loại hàn			
		C	Mn	Si	S	P	σ_T kg/mm ²	σ_b kg/mm ²	$\delta\%$	a_k kgm/cm ²
					Không lớn hơn					
OK 43-32	E 433R 32	0,10	0,50	0,40	0,03	0,03	43-53	51-61	22-30	9-12
OK 46-12	E 333R 22	0,10	0,60	0,30	0,03	0,03	39-49	47-57	22-34	9-12
OK 46-32	E 432R 22	0,10	0,60	0,30	0,03	0,03	43-54	51-60	22-32	7-12
OK 48-00	E 345B 20	0,10	0,60	0,50	0,03	0,03	38-46	47-57	26-34	14-20
OK 48-10	E345 B20	0,10	0,60	0,50	0,03	0,03	38-46	47-57	26-34	15-21
OK 48-12	E145 B20	0,10	0,20	0,50	0,03	0,03	30-38	41-51	26	13
OK 48-36	E445 B26	0,10	0,65	0,70	0,03	0,03	43-53	51-61	28-34	14-20
OK 50-30	E333 A25	0,10	0,60	0,40	0,03	0,03	42-50	47-57	22-29	9-12

1.3.4. Que hàn hãng LINCOLN (Mỹ) được giới thiệu trong bảng 2.26c

Bảng 2.26c. Que hàn thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp (Hãng Lincoln)

Mãc que hàn	Tiêu chuẩn AWS/ASTM	Tính chất cơ học của kim loại hàn			
		σ_T kG/mm ²	σ_b kG/mm ²	$\delta\%$	a_K kGm/cm ²
FW-57	E6013	40- 48	48- 52	22-28	9- 12
F-20	E6013	40- 45	48-56	22-28	8- 11
F-25	E6013	40- 44	48-54	26- 30	10- 13
F- 35	E6013	41- 49	49- 57	26- 30	8- 11
Nuweld- I	E7016	-	50- 55	31-36	-
Sevenweld	E6012	-	47- 52	22-27	-
Multiweld	E6013	-	47- 54	25-29	-
Multiweld 0.V	E6013	-	47- 54	25-29	-
Arcweld	E6018	-	49- 55	25-29	-
LH-481	E6015	40-48	48- 56	26- 32	15- 19

1.3.5. Que hàn Tiếp Khắc trước dây được giới thiệu trong bảng 2.26d

Bảng 2.26d. Que hàn thép cacbon và thép hợp kim (Hàng ŽAZ)

Ký hiệu tiêu chuẩn		Kim loại hàn								
		Thành phần hóa học					Tính chất cơ học			
		c	Mn	Si	S	P	σ_b kG/mm ²	σ_t kG/mm ²	$\delta\%$	a_K kGm/cm ²
Không lớn hơn										
ČSN	TPC-ŽAZ									
E42-11	E-113	0,08	0,45	0,25	0,04	0,05	42-52	30-40	18-23	6-13
E42-16	E-117	0,08	0,55	0,25	0,04	0,05	42-50	30-42	22-28	6-13
E44-28	E-K106	0,10	0,80	0,10	0,04	0,05	44-50	30-40	22-26	8-11
E44-72	E-K103	0,10	0,60	0,15	0,04	0,05	44-51	30+42	22-28	8-13
E44-83	E-B121	0,08	0,7-0,8	0,45	0,045	0,45	44-52	32-42	22-32	13-18
E48-72	-	0,10	0,7	0,15	0,04	0,05	48-55	36-44	22-28	8-12
E44-33	-	0,08	0,7	0,40	0,03	0,04	44-52	32-42	22-32	13-18
E48-83	-	0,08	0,8-1,45	0,25-0,55	0,02	0,04	44-52	32-42	22-32	14-20
E52-33	E-B125	0,09	1,4	0,6	0,02	0,03	52-60	38-48	22-30	13-18
E62-33	-	0,10	1,8	0,6	0,03	0,03	62-55	45-55	18-24	13-18

1.3.6. Que hàn theo tiêu chuẩn Úc (AS1553-1 để hàn thép cacbon thấp, AS1586 hàn thép hợp kim thấp. Tiêu chuẩn Mỹ AWS A5.1 hàn thép cacbon thấp; A5- hàn thép hợp kim thấp) cho trong các bảng 2.27a và 2.27b.

Bảng 2.27a. Que hàn thép cacbon và thép hợp kim thấp (tiêu chuẩn Úc)

Vật liệu	Que hàn	Hệ thuốc	Ký hiệu	Nối điện	Đặc tính
Thép mềm	JETWELD-1	Bột sắt	E4824; E7024 E5111RR	AC; DC ±	Thích hợp để sản xuất các mối hàn phẳng ngang. Hàn mọi vị trí và thích hợp hàn mối hàn đứng đi xuống. Hàn mọi vị trí
	FLEETWELD 37	Rutil	E4112; E6012 E4333R	AC; DC	
	FLEETWELD 5 p	Xenlulo	E4110; E6010 E4343C	DC*	
Thép hợp kim thấp và thép độ bền cao	JETWELD LH-70	Hydrô thấp	E4818; E7018 E5154B	DC*, AC	Hàn mọi vị trí và có độ bền cao Dễ sử dụng; cho tính chất cơ học cao, chỉ hàn đứng đi xuống Để hàn đứng đi xuống của các ống chịu áp lực cao; sử dụng để...
	JETWELD LH-3800	Hydrô thấp	E4828; E7028 E5132B	AC, DC*	
	SHIELD - Arc HYP	Xenlulo	E4810; E7010 E5122C	DC*	
Thép không gỉ	Stainweld 308L-16		E308L-16	DC*, AC	Để hàn loại thép không gỉ 18.8 và 22.2
	Stainweld 310-16		E310-16	DC*, AC	Để hàn loại thép không gỉ 24-12 và 25-20
Gang	softweed		ENi	DC*, AC	Để hàn gang que hàn phải có nồng độ niken cao
Đắp bề mặt	Mangjet		1210A4	DC*, AC	Hợp kim hóa từ 11 + 14% Mn để tạo lớp làm việc có độ cứng cao.
	JETLH-BU90		1125A4	DC*, AC	Que hàn với bột gang cao để tạo lớp làm việc có độ cứng cao.

Bảng 2.27b. Một số mác que hàn tiêu biểu dùng cho hàn thép cacbon thấp và thép kết cấu hợp kim thấp

Kim loại cơ bản	Mác que hàn - Loại que hàn
Thép cacbon	<u>OZS-4</u> GOST E46 (AWS E60132), ISO E433R25, DIN E4330R3) <u>OZS-3</u> GOST E46 (AWS E7024, ISO E432RR16046, DIN E4320RR11160, EN E38ARR74) <u>OZS-41</u> GOST E46 (AWS E6012, ISO E433AR24, DIN E4330AR7, EN E38AR12) <u>MR-3M</u> GOST E46 (AWS E6012, ISO E433AR24, DIN E4330AR7, EN E38AR12) <u>OZS-121</u> GOST E46 (AWS E6012, ISO E433AR24, DIN E4330AR7) <u>OZS-6</u> GOST E46 (AWS E6020, ISO E430RR12023, DIN E4300RR11120, EN E38ARR32)
Thép kết cấu hợp kim thấp	<u>UONI-13/45</u> GOST E42A (ISO E434B20, DIN E4340B10, EN E35AB22H10) <u>OZS-33</u> GOST E50A (AWS E7016, ISO E514B24, DIN E5140B10, EN E38AB12H10)
Thép cacbon thấp cho kết cấu quan trọng	<u>MR-3</u> GOST E46 (AWS E6013, ISO E433R23, EN E38AR12) <u>OZS-12</u> GOST E46 (AWS ISO E6013, ISO E432R12, DIN E4330R3, EN E38AR12) <u>UONI-13-35K</u> GOST E46A (ISO E433B20H, DIN E4330B10H, EN E38AB22H10) <u>UONI-13-55</u> GOST E50A (AWS E7015, ISO E514B20, DIN E5140B10, EN E380B22H10)
Thép kết cấu hợp kim thấp cho kết cấu quan trọng	<u>UONI-13-55</u> GOST E46A (ISO E433B20H, DIN E4330B10H, EN E38AB22H10) <u>UONI-13-55</u> GOST E50A (AWS E7015, ISO E514B20, DIN E5140B10, EN E380B22H10)

Ghi chú: Que hàn hồ quang thép cacbon thấp theo tiêu chuẩn AWS A5.5 cũng được ký hiệu tương tự như ở tiêu chuẩn AWS.5.1:

Bắt đầu bằng chữ E để chỉ đây là que hàn hồ quang tay, hai số tiếp theo trong dãy 4 chữ số (hoặc 3 số tiếp theo trong dãy 5 chữ số) biểu thị giới hạn bền kéo tối thiểu của kim loại mối hàn (đơn vị cũng là Ksi); chữ số thứ 3 trong dãy 4 chữ số (hoặc chữ số thứ 4 trong dãy 5 chữ số) dùng để chỉ các vị trí hàn cho phép. Tổ hợp 2 chữ số cuối cùng trong ký hiệu (các chữ số thứ 3 và thứ 4 trong dãy 4 chữ số, hoặc chữ số thứ 4 và thứ 5 trong dãy 5 chữ số) là yêu cầu về loại dòng điện, cực tính, loại vỏ thuốc ...

Sơ với tiêu chuẩn AWS A5.1, trong tiêu chuẩn này ở phần cuối cùng có thể có các ký tự A1, ...B1, biểu thị hàm lượng trung bình của các nguyên tố hợp kim có trong kim loại đắp.

Tiêu chuẩn này chia que hàn thành 6 nhóm chính như sau:

Nhóm 1: Que hàn thép C-Mn (loại 0,5 Mn)

Phân loại: E70XX-A1, XX thường là 10, 11, 15, 16, 18, 20, 27 tùy theo loại vỏ thuốc bọc (tiêu chuẩn AWS A5.1).

Thành phần hóa học: C-0,12, Mn - 0,6 đến 1,0, Si - 0,4 đến 0,8, Mo - 0,4 đến 0,65.
mỗi hàn 100%

Nhóm 2: Que hàn thép Cr - Mo gồm 5 phân nhóm sau:

+ Phân nhóm 1 E8016 - B1, E8018 - B1, (Cr - 0,5 Mo)

Tính chất mối hàn: Giới hạn bền kéo 550MPa, giới hạn chảy 460 MPa, độ dẫn dài 19%.

+ Phân nhóm 2 E80XX - B2 hoặc B2L (1Cr - 0,5Mo) với XX là 15, 16, 18.

Tính chất mối hàn: Giới hạn bền kéo 550MPa, giới hạn chảy 460 MPa, độ dẫn dài 19%.

+ Phân nhóm 3 E90XX - B3 hoặc B3L (2Cr - 1Mo) với XX là 15, 16, 18.

Tính chất mối hàn: Giới hạn bền kéo 620 MPa, giới hạn nóng chảy 530 MPa, độ dẫn dài 17%.

+ Phân nhóm 4 E8015 - B4L (2Cr - 0,5Mo).

Tính chất mối hàn: Giới hạn bền kéo 550MPa, giới hạn chảy 460 MPa, độ dẫn dài 19%.

+ Phân nhóm 5 E8016 - B5 (0,5Cr - 1Mo - V).

Tính chất mối hàn: Giới hạn bền kéo 550MPa, giới hạn chảy 460 MPa, độ dẫn dài 19%.

Nhóm 3: Que hàn thép Ni gồm 5 phân nhóm sau:

+ Phân nhóm 1 E8016-C1, E8018 - C1 (2,5 Ni).

Tính chất mối hàn: Giới hạn bền kéo 550MPa, giới hạn chảy 460 MPa, độ dẫn dài 19%, độ dai va đập 27J ở -59°C.

+ Phân nhóm 2 E7015-C1L, E7016 - C1L, E7018 - C1L.

Tính chất mối hàn: Giới hạn bền kéo 550MPa, giới hạn chảy 460 MPa, độ dẫn dài 19%, độ dai va đập 27J ở -73°C.

+ Phân nhóm 3 E8016-C2, E8018 - C2 (3,5 Ni).

Tính chất mối hàn: Giới hạn bền kéo 550MPa, giới hạn chảy 460 MPa, độ dẫn dài 19%, độ dai va đập 27J ở -73°C.

+ Phân nhóm 4 E7015-C2L, E7016 - C2L, E7018 - C2L.

Tính chất mối hàn: Giới hạn bền kéo 550MPa, giới hạn chảy 460 MPa, độ dẫn dài 19%, độ dai va đập 27J ở -101°C.

+ Phân nhóm 5 E8016-C3, E8018 - C3 (1 Ni).

Tính chất mối hàn: Giới hạn bền kéo 550MPa, giới hạn chảy 460 MPa, độ dẫn dài 40%, độ dai va đập 27J ở -40°C.

Nhóm 4: Điện cực thép Ni - Mo:

Phân loại: E8018 NM.

Tính chất mối hàn: Giới hạn bền kéo 550MPa, giới hạn chảy 470 MPa, độ dẫn dài 24%, độ va đập 27J ở -40°C.

Nhóm 5: Que hàn Mn - Mo gồm ba phân nhóm

+ Phân nhóm 1	E9015 - D1, E9018 - D1 (1,5 Mn - 0,3 Mo)
Tính chất mối hàn	Giới hạn bền kéo 620MPa, giới hạn chảy 530 MPa, độ giãn dài 17%, độ va đập 27J ở -51°C.
+ Phân nhóm 2	E8016 - D3, E8018 - D3, (1,5Mn, - 0,5Mo).
Tính chất mối hàn	Giới hạn bền kéo 550MPa, giới hạn chảy 460 MPa, độ giãn dài 24%, độ va đập 27J ở -51°C.
+ Phân nhóm 3	E100XX - D2 (1,75 Mn - 0,3 Mo), XX là 15, 16, 18.
Tính chất mối hàn	Giới hạn bền kéo 690MPa, giới hạn chảy 600 MPa, độ giãn dài 16%, độ va đập 27J ở -51°C.

Nhóm 6: Tất cả các loại que hàn thép hợp kim thấp khác (khoảng các nguyên tố hợp kim khá rộng), gồm hai phân nhóm, phía cuối có chữ G cho phân nhóm thứ nhất, chữ M hoặc W cho phân nhóm thứ hai.

Các bảng 2.28 ÷ 2.30 giới thiệu một số loại que hàn theo tiêu chuẩn AWS A5.1 và AWS A5.4.

Bảng 2.28. Loại vỏ thuốc, dòng điện, cực tính và vị trí hàn của các loại que hàn theo AWS A5.1

Phân loại AWS	Loại vỏ thuốc	Vị trí hàn	Loại dòng điện cực tính
Que hàn E60			
E6010	Natri xenlulô cao (C)	F, V, OH, H	DC ⁺
E6011	Kali xenlulô cao (C)	F, V, OH, H	DC ⁺ , AC
E6012	Natri titan cao đ	F, V, OH, H	DC, AC
E6013	Kali titan cao (RR)	F, V, OH, H	DC ⁺ , AC
E6020	Oxit sắt cao (A)	H, F	DC ⁺ , AC
E6022	Oxit sắt cao (A)	F, H	DC ⁺ , AC
E6027	Oxit sắt cao, bột sắt (A)	H, F	DC ⁺ , AC
Que hàn E70			
E7014	Bột sắt, titan (RR)	F, V, OH, H	DC ⁺ , AC
E7015	Natri hydro thấp (B)	F, V, OH, H	DC ⁺
E7016	Kali hydro thấp (B)	F, V, OH, H	DC ⁺ , AC
E7018	Kali hydro thấp bột sắt (B)	F, V, OH, H	DC ⁺ , AC
E7024	Bột sắt, titan (RR)	H, F	DC ⁺ , AC
E7027	Oxit sắt cao, bột sắt (A)	H, F	DC ⁺ , AC
E7028	Kali hydro thấp, bột sắt (B)	H, F	DC ⁺ , AC
E7048	Kali hydro thấp, bột sắt (B)	F, OH, H, V	DC ⁺ , AC

Tiếp bảng 2.28.

Phân loại AWS	Giới hạn bền kéo, min		Giới hạn chảy, min		Độ giãn dài L = 4d(%)
Que hàn E60					
	Ksi	MPa	Ksi	MPa	
E6010	62	430	50	340	22
E6011	62	430	50	340	22
E6012	67	460	55	380	17
E6013	67	460	55	380	17
E6020	62	430	50	340	22
E6022	67	460	không chỉ định	không chỉ định	không chỉ định
E6027	62	430	50	340	22
Que hàn E70					
E7014	72	500	60	420	17
E7015					22
E7016					22
E7018					22
E7024					17
E7027					22
E7028					22
E7048					22

Bảng 2.29. Yêu cầu cơ tính của kim loại mối hàn theo AWS A5.4

Phân loại AWS	Giới hạn bền kéo, min		Độ giãn dài (%)	Nhiệt luyện
	Ksi	MPa		
E209	100	690	15	Không
E219	90	620	15	Không
E240	100	690	15	Không
E307	85	590	30	Không
E308	80	550	35	Không
E308H	80	550	35	Không
E308L	75	520	35	Không
E308Mo	80	550	35	Không
E308MoL	75	520	35	Không
E309	80	550	30	Không
E309L	75	520	30	Không
E309Cb	80	550	30	Không
E309Mo	80	550	30	Không
E310	80	550	30	Không

Tiếp bảng 2.29.

Phân loại AWS	Giới hạn bền kéo min		Độ giãn dài (%)	Nhiệt luyện
	Ksi	MPa		
E310H	90	620	10	Không
E310Cb	80	550	25	Không
E310Mo	80	550	30	Không
E312	95	660	22	Không
E316	75	520	30	Không
E316H	75	520	30	Không
E316L	70	490	30	Không
E317	80	550	30	Không
E317L	75	520	30	Không
E318	80	550	25	Không
E320	80	550	30	Không
E320LR	75	520	30	Không
E330	75	520	25	Không
E330H	90	620	10	Không
E347	75	520	30	Không
E349	100	690	25	Không
E410	65	450	20	A
E410NiMo	110	760	15	B
E430	65	450	20	C
E502	60	420	20	A
E505	60	420	20	A
E630	135	930	7	D
E16-8-2	80	550	35	Không
E7Cr	60	420	20	A

- A. Nung nóng $840 \pm 870^{\circ}\text{C}$, giữ nhiệt 2h, làm nguội cùng lò ($\leq 65^{\circ}\text{C/h}$) đến 60°C , làm nguội bằng không khí tĩnh.
- B. Nung nóng $600 \pm 620^{\circ}\text{C}$, giữ nhiệt 1 h, làm nguội bằng không khí tĩnh.
- C. Nung nóng $760 \pm 790^{\circ}\text{C}$, giữ nhiệt 2h, làm nguội cùng lò ($\leq 55^{\circ}\text{C/h}$).
- D. Nung nóng $1020 \pm 1050^{\circ}\text{C}$, giữ nhiệt 1 h, làm nguội bằng không khí đến 20°C , biến cứng pha ở $610 \pm 630^{\circ}\text{C}$, giữ nhiệt 4h, và làm nguội bằng không khí.

Bảng 2.30. Yêu cầu về thành phần hóa học % của kim loại mỗi hàn theo AWS A5.4

Phân loại AWS	C	Cr	Ni	Mo	Cb+Ta	Mn	Si	P	S	N	Cu
E209	0,06	20,5-24,0	9,5-12,0	1,5-3,0	-	4,0-7,0	0,90	0,03	0,03	0,10-0,30	0,75
E219	0,06	19,0-21,5	5,5-7,0	0,75	-	8,0-10,0	1,00	0,03	0,03	0,10-0,30	0,75
E240	0,06	17,0-19,0	4,0-6,0	0,75	-	10,5-13,5	1,00	0,03	0,03	0,10-0,30	0,75
E307	0,04-0,14	18,0-21,5	9,0-10,7	0,5-1,5	-	3,3-4,75	0,90	0,04	0,03		0,75
E308	0,08	18,0-21,0	9,0-11,0	0,75	-	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E308H	0,04-0,08	18,0-21,0	9,0-11,0	0,75	-	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E308L	0,04	18,0-21,0	9,0-11,0	0,75	-	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E308Mo	0,08	18,0-21,0	9,0-12,0	2,0-3,0	-	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E308MoL	0,04	18,0-21,0	9,0-12,0	2,0-3,0	-	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E309	0,15	22,0-25,0	12,0-14,0	0,75	-	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E309L	0,04	22,0-25,0	12,0-14,0	0,75	-	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E309Cb	0,12	22,0-25,0	12,0-14,0	0,75	0,70-1,00	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E309Mo	0,12	22,0-25,0	12,0-14,0	2,0-3,0	-	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E310	0,08-0,20	25,0-28,0	20,0-22,5	0,75	-	1,0-2,5	0,75	0,03	0,03		0,75
E310H	0,35-0,45	25,0-28,0	20,0-22,5	0,75	-	1,0-2,5	0,75	0,03	0,03		0,75
E310Cb	0,12	25,0-28,0	20,0-22,5	0,75	0,70-1,00	1,0-2,5	0,75	0,03	0,03		0,75
E310Mo	0,12	25,0-28,0	20,0-22,5	2,0-3,0	-	1,0-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E312	0,15	28,0-32,0	8,0-10,5	0,75	-	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E316	0,08	17,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0	-	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E316H	0,04-0,08	17,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0	-	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E316L	0,04	17,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0	-	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E317	0,08	18,0-21,0	12,0-14,0	3,0-4,0	-	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E317L	0,04	18,0-21,0	12,0-14,0	3,0-4,0	-	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E318	0,08	17,0-20,0	11,0-14,0	2,0-2,5	6xC	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
					≤ 1,00	0,5-2,5					

Tiếp bảng 2.30.

Phân loại AWS	C	Cr	Ni	Mo	Cb+Ta	Mn	Si	P	S	N	Cu
E320	0,07	19,0-21,0	32,0-36,0	2,0-3,0	8 x C ≤ 1,00	0,5-2,5	0,60	0,04	0,03		3,0-4,0
E320LR	0,035	19,0-21,0	32,0-36,0	2,0-3,0	8 x C ≤ 0,04	1,50-2,5	0,03	0,02	0,015		3,0-4,0
E330	0,18-0,25	14,0-17,0	33,0-37,0	0,75	-	1,0-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E330H	0,35-0,45	14,0-17,0	33,0-37,0	0,75	-	1,0-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E347	0,08	18,0-21,0	9,0-11,0	0,75	8 x C ≤ 1,00	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E349	0,13	18,0-21,0	8,0-10,0	0,35-0,65	0,75-1,2	0,5-2,5	0,90	0,04	0,03		0,75
E410	0,12	11,0-13,5	0,60	0,75	-	1,0	0,90	0,04	0,03		0,75
E410NiMo	0,06	11,0-12,5	4,0-5,0	0,04-0,70	-	1,0	0,90	0,04	0,03		0,75
E430	0,10	15,0-18,0	0,60	0,75	-	1,0	0,90	0,04	0,03		0,75
E502	0,10	4,0-6,0	0,04	0,45-0,65	-	1,0	0,90	0,04	0,03		0,75
E505	0,10	8,0-10,5	0,04	0,85-1,20	-	1,0	0,90	0,04	0,03		0,75
E630	0,05	16,0-16,75	4,5-5,0	0,75	0,15-0,03	0,25-0,75	0,75	0,04	0,03		3,25-4,00
E16-8-2	0,10	14,5-16,5	7,5-9,5	1,0-2,0	-	0,5-2,5	0,60	0,03	0,03		0,75
E7Cr	0,10	6,0-8,0	0,04	0,45-0,65	-	1,0	0,90	0,04	0,03		0,75

1.3.7. Que hàn hồ quang tay của hãng SAF (Pháp) được giới thiệu trong bảng 2.31

Bảng 2.31. Que hàn hồ quang tay (Hãng SAF)

Ký hiệu que hàn		Vật liệu cơ bản	Phạm vi ứng dụng
SAFER	G48N G47N GTI	Thép cacbon thấp	Hàn các kết cấu kim loại, tôn, đồ dùng gia đình, máy móc công nghiệp, nồi hơi
SAFER	NF510 NF510A NF58	Thép cacbon thấp Thép cacbon trung bình và thép cacbon cao	Nồi hơi áp lực cao, ống và thiết bị chịu lực, công nghiệp dầu khí, chi tiết chịu lực.
SAFER	ND65 ND70 ND80	Thép có giới hạn đàn hồi cao	Máy móc cho công nghiệp xây dựng
SAFINOX	RCN 308L	Thép không gỉ	Nồi hơi bằng thép không gỉ, đồ dùng gia đình bằng thép không gỉ, công nghiệp dầu khí, hoá học, thực phẩm, giấy và trang trí.
SAFINOX	RCND 316L		
SAFONTE	DOUCE Ni	Gang	Trong sửa chữa, phục hồi máy nông nghiệp, vật đúc, trong xây dựng.
SAFBRONZ SAFINEL	ALU BNCu7	Hợp kim đồng	Lò sưởi, hệ thống nước nóng, công nghiệp đường, xử lý nước, ống dẫn dưới biển, vòi nước.
SAFER	GF130S GF160 NF 52 NF 52N	Thép cacbon thấp, trung bình và cao	Phục hồi các chi tiết trong ngành khai thác mỏ

1.3.8. Que hàn hệ rutil, axit, xenlulo và bazơ- hăng SAF (Pháp) được giới thiệu ở bảng 2.32

Bảng 2.32. Que hàn rutil, axit, xenlulo và bazơ (hăng SAF)

Hệ que hàn	Ký hiệu	Thành phần hóa học, %			Độ bền cơ học			Tiêu chuẩn		
		C	Mn	Si	σ_T N/mm ²	σ_b N/mm ²	$\delta\%$ 5d	NF (A81-309)	ISO (2560)	AWS (A5-1)
Rutile, axit và xenlulo	SAFERG48N	0,07	0,6	0,45	440	520	26	E43 2/2R12	E43.2R12	E6013
	SAFERG47N	0,08	0,6	0,5	480	540	28	E43 3/2RR22	E43.3RR22	E6013
	SAFER.H50	0,08	0,6	0,5	480	550	27	E512/2 RR22	E51.2RR22	E6013
	SAFER.L51	0,07	0,7	0,5	480	560	27	E512/2 R12	E512R52	E6013
	SAFER.CL60	0,12	0,6	0,2	410	480	26	E43 4/3 C50	E4333C4	E6010
Bazơ	SAFER.N48	0,07	0,8	0,6	460	550	28	E514/3B24H	E514B24	E7016
	SAFER.N49	0,05	1,1	0,6	410	510	26	E514/3B26H	E514B26H	E7016
	SAFER.NF51	0,07	1,0	0,7	470	550	28	E515/4B120	E515B120.26H	E7018
	SAFER.MD56	0,05	0,9	0,4	560	640	25			E8018G

1.3.9. Que hàn thép không gỉ – Hăng SAF (Pháp) giới thiệu trong bảng 2.33.

Bảng 2.33. Que hàn thép không gỉ (Hăng SAF)

Tên	Ký hiệu	Tiêu chuẩn AWS	Đặc điểm
SAFINOX	BCN 308(α -7)	E308-15	Hệ bazơ, hàn các vị trí
SAFINOX	RCN 308 (α -8)	E308-L16	Chảy lỏng tốt trên các vị trí hàn
SUPERSAFINOX	20.10.3 (α -16)	E308-Mo16	Mối hàn rất tốt, đẹp, hàn với dòng DC và AC
SAFINOX	RCN25.20 (γ)	E310-16	Que hàn hệ rutil, bazơ và hàn ở mọi vị trí

1.3.10. Que hàn thép cacbon và thép hợp kim thấp TCVN 3223-2000 được giới thiệu trong bảng 2.34

Bảng 2.34. Que hàn thép cacbon và thép hợp kim thấp (TCVN 3223-2000)

Ký hiệu que hàn	Độ bền kéo, N/mm ² (Mpa)	Độ dẫn dài tối thiểu với L = 5d, %	Nhiệt độ thử độ dai và đập tối thiểu của 28J °C
E 430	430 đến 510	-	-
E 431	430 đến 510	20	+27 (nhiệt độ phòng)
E 432	430 đến 510	22	0
E 433	430 đến 510	24	-20
E 434	430 đến 510	24	-30
E 435	430 đến 510	24	-40
E 510	510 đến 610	-	-
E 511	510 đến 610	18	+27 (nhiệt độ phòng)
E 512	510 đến 610	18	0
E 513	510 đến 610	20	-20
E 514	510 đến 610	20	-30
E 515	510 đến 610	20	-40

Công ty công nghiệp Tàu thủy Nam Triệu - Hải Phòng đã sản xuất được một số que hàn dây hàn đạt tiêu chuẩn ISO 9001: 2000 gồm:

NA 6013; NB 6013; NT 6013; NA 7016; NA 7018 và dây hàn đặc NA70S, dây hàn lõi thuốc NA71T1.

Các công ty sản xuất que hàn khác như: Việt Đức, Việt Hàn, Sông Đà, Phú Thọ... cũng đã sản xuất loại que hàn E6013; E7016; E7018 và dây hàn ER70S. Công ty Việt Đức cũng đã sản xuất que hàn thép không gỉ N308-R.

1.4. Các loại que hàn đặc biệt của các nước

1.4.1. Que hàn Thụy Điển (OK)

1.4.1.1. Que hàn OK (Thụy Điển) tương ứng với các tiêu chuẩn AWS; DIN; ISO được giới thiệu trong bảng 2.35.

Bảng 2.35. Que hàn thép cacbon (hãng ESAB)

Loại que hàn OK	AWS	DIN	ISO
OK 43.32	E6013	E5121RR6	E512RR32
46.00	E6013	E4332R(C)3	E433R12
46.16	E7014	E4332RR(C)3	E433RR12
48.00	E7018	E5153B10	E515B120 20H
48.04	E7018	E5153B10	E515B120 26H
48.15	E7018	E5143B10	E514B120 26H
48.68	E7018-1	E5153B10	E516B120 26H
50.10	E6013	E4342A5	E434AR 24
50.40	E6013	E4342AR1	E434AR 25
53.05	E7016-1	E5155B10	E515B10
53.35	(E7048)	E5153B9	E514B56H
53.68	E7016-1	E5155B10	E515B10
55.00	E7018-1	E5155B10	E515B10
Que cho thép không gỉ			
OK 6130	E308L-16	E199nCR23	19-9NbR
61.33	R308L-16	E199nCR 26	
61.41	E308L-15	E199nCR 30+150	
61.81	E347-16	E199Nb26	
62.33	E316L-16		
63.30	E316L-16	E19123nCR23 110	19.12.3LR
63.32		E19123MPR 26 170	19.12.3R.MP
63.35	E316-15	E19123B20+120	19.12.3B
63.41	E316L-16	E19123nCR 30+150	19.12.3LR
64.30	E317L-16	(E19134NCR 23110)	19.13.4L.R
67.15	E310-15	E2520B20+110	25.20B
67.45		E188Mn6B20+110	
67.52		E188Mn6MPB36160	
67.62	(E309-16)	E2212MPR36160	23.12RMP
67.70	E309Mo-16	E22122nCR23 120	23.12R
67.75	E309-15	E2212B20+120	(23.12B)
68.81	E312-16		
68.82	E312-16		
Que hàn cho thép hợp kim thấp			
OK 73.08	E8018-G		
73.68	E8018-C1		
74.78	E9018-D1		
75.65	E10018-G		
75.75	E11018-M		
76.18	E8018-B2		
76.28	E8018-B3		
78.16	E9018-G		

1.4.1.2. Các loại que hàn của ESAB (Thụy Điển) dùng cho:

- 1) Những mối hàn bền, trên những loại thép khó hàn.
 - 2) Các liên kết kim loại từ những loại thép có thành phần hóa học khác nhau; các loại thép hợp kim thấp và thép hợp kim cao.
 - 3) Các vết nứt trong khuôn kim loại.
 - 4) Các lớp đắp có độ cứng cao, có tính chống gỉ.
 - 5) Những thép làm việc ở nhiệt độ thấp.
 - 6) Các hợp kim niken; niken - đồng.
 - 7) Đồng và hợp kim của đồng.
 - 8) Hợp kim nhôm.
 - 9) Cắt và vát mép các thép, các loại hợp kim không chứa sắt, vật đúc.
- Các loại que hàn này xem trong bảng 2.36.

Bảng 2.36. Các loại que hàn (Hàng ESAB)

Lĩnh vực sử dụng	Loại hợp kim que hàn	Độ cứng	Loại que hàn OK
Que hàn cho mối hàn bền trên các loại thép khó hàn và các loại kết cấu kim loại có thành phần khác nhau	19Cr.9Ni, 6Mn	190HV	67.45
	19Cr.9Ni, 6Mn	190HV	67.52
	29Cr 9Ni	240HV	68.81
	29Cr 9Ni	240HV	68.82
Que hàn để đắp và phủ trên thép : + Không bị tôi + Tự tôi trong không khí + Tự tôi (kháng ram)	3,5Cr, 0,1C	33HRC	83.28
	3,5Cr, 0,01C	33HRC	83.29
	6Cr, 0,6Mo, 0,4C	55HRC	83.50
	4Si.2Cr.0,7C	60HRC	83.65
	13Cr.0,1C	45HRC	84.42
	13Cr.0,25C	55HRC	84.52
	10,5Cr.0,7C	57HRC	84.58
	33Cr.4,5C	60HRC	84.78
	22Cr.3,5C.10Nb	60HRC	84.79
	1Cr.2,5W.0,6C	62HRC	85.38
	33Cr.4,5C	60HRC	84.78
	22Cr 3,5C 10Nb	60HRC	84.79
Que hàn để hàn khuôn đúc kim loại	Niken	170HV	92.18
	Niken – sắt	170HV	92.58
	Monel	150HV	92.78
Que hàn để hàn các kim loại không có sắt và để phủ các kim loại không có sắt bên thép	Monel-metal	150HV	92.35
	Tin bronze	100HV	92.86
	Silicon bronze	150HV	94.25
	Al-Mn		96.10
	Silumin		96.20
Que hàn cắt và vát mép hàn	Cho chuẩn bị liên kết		21.03
	Cho việc cắt		23.50

1.4.1.3. Quy hàn đặc biệt của hãng ESAB (Thuyết minh) để hàn thép cacbon và thép hợp kim thấp (bảng 2.37)

Bảng 2.37. Quy hàn đặc biệt hàn thép cacbon (hãng ESAB)

Mác que hàn	Theo tiêu chuẩn AFNOR	Thành phần hóa học [%]						Cơ tính của kim loại hàn				Phạm vi sử dụng
		C	Mn	Si	S	P	σ_t kG/mm ²	σ_b kG/mm ²	$\delta\%$	a_k kG.m/cm ²		
					Không lớn hơn							
OK 22-40	E233 C16	0,09	0,35	0,1	-	-	35-44	45-54	24-28	-	Hàn các đường ống dẫn	
OK 43-32	E433R32	≤ 0,1	0,5	0,4	0,03	0,03	43-53	51-61	22-30	5,0	Hàn thép tấm mỏng	
OK 46-00	E332R12	≤ 0,1	0,6	0,3	0,03	0,03	39-49	47-57	22-28	6,0	Hàn các đường ống dẫn	
OK 46-06	E445B15	≤ 0,1	0,6	0,3	0,03	0,03	38-47	47-57	22-26	6,4	Hàn với chiều sâu nguội lớn	
OK 53-35	E333R12	0,08	1,0	0,6	0,03	0,03	41-49	51-61	18	7,0	Hàn đường ống dẫn ở vị trí đứng, sắp	
OK 46-44	E332R22	≤ 0,1	0,5	0,3	0,03	0,03	35-43	47-57	22-26	6,0	Hàn các đường ống dẫn	

1.4.1.4. Que hàn để hàn thép độ bền cao của hãng ESAB (Thủy Điện) cho trong bảng 2.38

Bảng 2.38. Que hàn thép độ bền cao (hãng ESAB)

Bảng 2.36. Quy định yêu cầu hóa học (tiếp theo Bảng 2.35)

Mãc que hàn	Theo tiêu chuan AWS/ASTM	Thành phần hóa học kim loại hàn [%]								Cơ tính kim loại hàn					
		C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	S		P	σ_t kG/mm ²	σ_b kG/mm ²	$\delta\%$	a_k kGm/mm ²
									Không lớn hơn						
OK 48-30	E-7018	0,06	1,0	0,5	-	-	-	-	-	0,03	0,03	47-56	55-65	26-32	13-18
OK 73-35	E-8018-C3	0,05	1,0	0,3	-	0,75-1,0	-	-	-	0,03	0,03	46-55	55-65	26-32	13-19
OKSP-252	E-8015	0,06	1,0	0,3	-	1,3-1,6	0,3 ÷ 0,4	-	-	-	-	51	58-68	24-30	12
OKSP-109	E-10018-C2	0,10	1,0	0,3	-	3,5	-	-	-	-	-	56-79	78-87	16-18	10-14
OK 74-45	E-8018-D1	0,04	1,0	0,3	-	-	0,4	-	-	0,03	0,03	46-55	55-65	26-32	13-19
OK 74-75	E-9018-D1	0,1	1,5	0,5	-	-	0,5	-	-	-	-	55	69	22	11
OK 75-65	E-10018-G	0,09	0,85	0,4	-	1,6	0,7	0,25	-	-	-	67-73	74-82	15-20	8
OK 75-75	E-11018-G	0,05	1,5	0,35	0,3	1,8	0,45	-	-	-	-	73-77	78-82	19	11

1.4.1.5. Que hàn của Hãng "Hobart". (Mỹ) cho trong bảng 2.39

Bảng 2.39. Que hàn của hãng Hobart

Mác que hàn	Tiêu chuẩn AWS/ASTM	Thành phần hóa học mỗi hàn %						Cơ tính của kim loại hàn			Thép hàn (Theo ASTM)
		C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	σ_t kG/mm ²	σ_b kG/mm ²	$\delta\%$	
LH-718-Mo	E-7018-A1	0,05	0,75	0,56		-	0,53	48	56	31	A155-65T.Gr 1Cr
LH-818-CM	E-8018-B2	0,05	0,68	0,6	1,24	-	0,49	56	67	24	A155-65T.Gr 1Cr
LH-818-N2	E-8018-C2	0,05	0,84	0,37	-	3,3	-	58	66	25	A203-61
LH-818-N3	E-8018-C3	0,05	1,06	0,35	-	1,04	-	52	59	30	A94-62T
LH-918-M	E-9018-B3	0,05	1,11	0,32	-	1,72	0,28	60	66	27	A148-60.Gr90-60
LH-1018	E-10018-D2	0,06	1,77	0,68	-	-	0,44	71	74	22	A148-60Gr.105-60
LH-1118	E-10018-M	0,06	1,47	0,32	-	1,94	0,39	72	80	21	A148-60Gr.120-95
LH-1218	E11018-M	0,05	1,9	0,25	6,85	2	0,5	84	92	20	A237-63T.GrF
LH-918-CM	E-12018-M	0,05	0,75	0,65	2,2	-	1,05	68	83	22	A237-63T.Gr.CD
LH-4130	-	0,2	1,5	0,4	0,5	1,5	0,4	100	109	12	A148-60.Gr150-126

1.4.1.6. Que hàn để hàn thép độ bền cao của hãng "Kobe-steel" – Nhật Bản cho trong bảng 2.40

Bảng 2.40. Que hàn thép độ bền cao (Hãng Kobe – steel).

Mác que hàn	Tiêu chuẩn JIS	Thành phần hóa học kim loại hàn %							Cơ tính mối hàn			
		C	Mn	Si	Ni	Mo	S	P	σ_1 kG/mm ²	σ_b kG/mm ²	$\delta\%$	
LB-34	D5016	0,07	0,96	0,67	-	-	0,009	0,013	49	57	32	
LB-52	D5016	0,07	1,01	0,5	-	-	0,009	0,016	48	56	33	
LB-52-18	D5016	0,06	1,01	0,65	-	-	0,012	0,013	50	58	32	
LB-52-28	D5026	0,06	0,95	0,75	-	-	0,012	0,017	50	59	31	
LB-52R	D5016	0,07	1,02	0,76	-	-	0,012	0,014	47	56	35	
LB-52U	D5016	0,06	0,87	0,75	-	-	0,013	0,016	49	59	34	
LB-57	D5516	0,07	0,9	0,75	-	0,19	0,008	0,015	53	62	33	
LB-76	D5516	0,06	1,28	0,63	-	-	0,008	0,016	53	60	32	
LB-62	D6016	0,06	0,96	0,75	0,54	0,23	0,01	0,013	57	66	30	

1.4.1.7. Que hàn đặc biệt của hãng "Kobe-steel" Nhật Bản cho trong bảng 2.41

Bảng 2.41. Que hàn đặc biệt (Hãng Kobe-Steel)

Mác que hàn	Tiêu chuẩn JIS	Thành phần hóa học kim loại hàn %							Cơ tính mối hàn			
		C	Mn	Si	S*	P	Không lớn hơn	σ_1 kG/mm ²	σ_b kG/mm ²	$\delta\%$		Phạm vi sử dụng
TB1-24	4303	0,06	0,35	0,12	0,012	0,014		43	48	27		-
HC-24	4311	0,07	0,35	0,14	0,017	0,015		42	47	26		Hàn đường ống dẫn
RB-26	4313	0,08	0,56	0,38	0,018	0,018		48	54	20		Hàn đứng, sấp
TB-25	4327	0,06	0,40	0,17	0,015	0,020		40	46	28		-
TB-1	4327	0,08	0,49	0,15	0,017	0,024		41	49	29		-
PB-5	4302P	0,07	0,64	0,17	0,015	0,017		42	48	27		Hàn chiều sâu ngẫu lớn

2. Dây hàn

Trong hàn tự động (dưới lớp thuốc, trong môi trường khí bảo vệ) cũng như hàn bán tự động thì dây hàn là phần kim loại bổ sung vào mối hàn đồng thời đóng vai trò điện cực để gây hồ quang và duy trì sự cháy hồ quang.

Theo tiêu chuẩn GOST 2246-60 (của Liên bang Nga), các dây hàn kéo nguội dùng để hàn có đường kính (0,3÷12) mm. Chúng được quấn lại thành cuộn có đường kính trong (100÷200) mm tương ứng với khối lượng (5÷80) kg.

Các cuộn dây hàn được bảo quản, bao gói kỹ để chống gỉ và được tráng dầu mỡ.

Bảng 2.42 biểu thị kích thước và khối lượng các cuộn dây hàn.

Bảng 2.42. Kích thước và khối lượng các cuộn dây hàn

Đường kính dây (mm)	Đường kính trong cuộn dây (mm)	Khối lượng của cuộn dây (kg)		
		Thép cacbon	Thép hợp kim	Thép hợp kim cao
0,3 ÷ 0,5	150-300	2	2	1,5
0,8	200-350	5	5	3
1 ÷ 1,2	200-400	15	15	10
1,4	300-600	25	15	10
1,6 ÷ 2,0	300-600	30	20	15
2,5 ÷ 3,0	400-600	-	-	-
4 ÷ 10	500-750	40	30	20
12	600-800	-	-	-

2.1. Dây hàn để hàn trong môi trường khí bảo vệ

Khi hàn trong môi trường khí bảo vệ, sự hợp kim hóa kim loại mối hàn cũng như các tính chất yêu cầu của mối hàn thực hiện chỉ thông qua dây hàn. Do vậy những đặc tính của quá trình công nghệ hàn phụ thuộc rất nhiều vào tình trạng và chất lượng của dây hàn. Khi hàn trong môi trường khí bảo vệ CO₂ thường sử dụng dây có đường kính 0,8 ÷ 2 mm.

Sự ổn định của quá trình hàn cũng như chất lượng của liên kết hàn

phụ thuộc nhiều vào tình trạng bề mặt dây hàn. Ở những địa điểm lắp ráp xây dựng thường không thể nhận được dây hàn với bề mặt sạch hoàn toàn. Để đảm bảo các yêu cầu kinh tế, kỹ thuật cho công việc hàn, người ta chú ý nhiều đến phương pháp làm sạch dây. Một trong những cách để giải quyết là sử dụng dây có bọc lớp mạ đồng.

Dây được mạ đồng sẽ nâng cao chất lượng bề mặt và khả năng chống gỉ, đồng thời nâng cao tính ổn định cho quá trình hàn.

2.2. Dây để hàn dưới lớp thuốc hàn

Chất lượng của mối liên kết hàn dưới lớp thuốc được xác định bằng tổng hợp sự cân bằng của dây hàn và thuốc hàn. Các yếu tố dây và thuốc được lựa chọn trên cơ sở trạng thái ban đầu của thép hàn, các yêu cầu đối với mối hàn về cơ lý tính cũng như yêu cầu làm việc của nó.

Dây hàn dùng để hàn thép cacbon thấp và một số loại thép hợp kim thấp khi hàn dưới lớp thuốc là các loại C_B-08; C_B-08A hoặc dây mangan như C_B-08Г; C_B-10Г2... Thành phần cacbon trong các dây này không quá 0,12%. Nếu hàm lượng cacbon cao, dễ làm giảm tính dẻo và tăng khả năng gây nứt trong mối hàn.

Đường kính dây dùng hàn dưới lớp thuốc thường thì $1,6 \div 5\text{mm}$.

2.3. Dây hàn trần để hàn hồ quang hở

Phương pháp hàn hồ quang hở bằng dây hàn trần được dùng nhiều trong ngành xây dựng vào những năm gần đây.

Để thực hiện những phương pháp này, người ta phải sử dụng loại dây đặc biệt, trong dây này có chứa một số nguyên tố như Si, Ti, Al, Cr, Zr. Những nguyên tố này có ái lực mạnh với oxy và nitơ trong không khí.

Các dây dùng cho phương pháp hàn này có đường kính 1; 1,2; 1,6; 2 và 2,5 mm và các mác dây là C_B-20ГCTIOA (ЭП-245) và C_B-15ГCTIOA (ЭП-439).

2.4. Một số loại dây hàn của một số nước

2.4.1. Dây hàn, lõi thép cacbon thấp và hợp kim thấp (hãng ESAB - Thụy Điển) xem bảng 2.43.

Bảng 2.43. Dây hàn thép cacbon và thép hợp kim thấp (hàng ESAB)

Loại dây OK	Loại hợp kim dây hàn	Tiêu chuẩn DIN 8557	Tiêu chuẩn AWS	Phương pháp công nghệ hàn *
Autrod 12.10	Không có hợp kim	S1	A5.17 EL 12	Hàn hồ quang dưới lớp thuốc
- 12.20	1% Mn	S2	A5.17 EM12K	-nt-
- 12.22	Mn-Si	S2Si	A5.17 EM12K	-nt-
- 12.24	Mn-Mo	S2Mo	A5.23 EA1	-nt-
- 12.32	1,5Mn	S3	A5.23 EA2	-nt-
- 12.34	1,5Mn-Mo	S3Mo	A5.17 EH14	-nt-
- 12.40	2Mn	S4	A5.18 ER70S-6	MAG-CO ₂ hoặc 80% Ar + 20% CO ₂
- 12.51	Mn-Si	SG2	A5.18 ER70S-6	TIG
Tigrod 12.60	Mn-si	SG1	A5.18 ER70S-6	MAG CO ₂ hoặc - nt-
Autrod 12.64	Mn-Si	SG3	A5.18 ER70S-6	MAG 80% Ar + 20% CO ₂
- 13.09	Mn-Mo-Si	SGMo		TIG
Tigrod 13.09	Mn-Mo-Si	SGMo	A5.28 ER80S-B2	MAG 80% Ar + 20% CO ₂
Autrod 13.12	Cr-Mo	SGCrMo1	A5.28 ER80S-B2	TIG
Tigrod 13.12	Cr-Mo	SGCrMo1		MAG-CO ₂ hoặc 80% Ar + 20% CO ₂
Autrod 13.26	Cu-Ni			Hàn hồ quang dưới lớp thuốc
- 13.36	Cu-Ni			

* MAG: (Metal Active Gas) hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ hoạt tính CO₂.

MIG: (Metal Inert Gas) hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ - khí trơ Ar, He.

TIG: (Tungsten Inert Gas) hàn hồ quang trong môi trường khí trơ điện cực Wolfram.

2.4.2. Dây hàn dùng hàn thép cacbon thấp và thép hợp kim (hãng ESAB) cho trong bảng 2.44.

Bảng 2.44. Dây hàn thép cacbon và thép hợp kim

Loại dây OK	Loại dây hợp kim	DIN 8557	AWS	Phương pháp công nghệ hàn
Tubrod 14.18	Thép cacbon thấp		A5.79:E70T-4	Phương pháp tự bảo vệ
- 15.00	1,5 Mn	SGB1	A5.20-79:E70T-5	MAG 80% Ar + 20% CO ₂
- 15.14	Thép cacbon thấp	SGR1	A5.20-79:E71T-1	MAG CO ₂ hoặc 80% Ar + 20% CO ₂
- 15.16	Mn-Ni	SGR1	A5.20-79:E70T-1	MAG CO ₂
- 15.18	Mn-Ni	SGR1	A5.20-79:E70T-1	MAG CO ₂

2.4.3. Dây và lõi để hàn đồng và hợp kim của đồng (hãng ESAB) cho trong bảng 2.45

Bảng 2.45. Dây hàn đồng và hợp kim đồng (ESAB)

Loại dây OK	Loại hợp kim	DIN	AWS	Phương pháp hàn
Autrod 19.12	Đồng Ti	S-CuSn	ER Cu	MIG
Autrod 19.40	Đồng Al	S-CuAl	ER CuAl	MIG

2.4.4. Dây và lõi dùng để phủ, đắp (Hãng ESAB) xem trong bảng 2.46

Bảng 2.46. Dây hàn để phủ, đắp (Hãng ESAB)

Loại OK	Loại hợp kim điện cực	Tiêu chuẩn DIN 8559	Tiêu chuẩn AWS	Phương pháp công nghệ hàn
Tubrodur 14.70	3,8C; 30Cr	SG10-55		Hồ quang hồ
- 14.71	18Cr; 8N; 6Mn	SG8-200		Hồ quang hồ
- 14.91	Gang			Hồ quang hồ
- 15.40	Hợp kim Mn-Cr	SG1-350		Hàn dưới lớp thuốc và MAG
- 15.42	Hợp kim Mn-Cr-Ni	SG1-400		- nt -
- 15.50	Hợp kim Mn-Cr -Mo	SG6-500		- nt -
- 15.70	13Cr; Ferit 0,06C	UP5	A5.9-81:ER410	Hàn dưới lớp thuốc
			A5.9-81:ER420	Hàn hồ quang dưới lớp thuốc
15.73	13Cr, 0,3C Mactenxit	SG6-50		và MAG 80% Ar + 20% CO ₂

2.4.5. Dây và lõi cho hàn thép không gỉ (hãng ESAB) được giới thiệu trong bảng 2.47.

Bảng 2.47. Dây hàn thép không gỉ (ESAB)

Loại dây OK	Loại hợp kim hàn	Tiêu chuẩn DIN 8556	Tiêu chuẩn AWS	Phương pháp công nghệ hàn
Autrod 16-0	20Cr, 10Ni	UPx2CrNi199	A5.9-81:ER308L	Hàn hồ quang dưới lớp thuốc
Tigrod 16-10	20Cr, 10Ni	-	-	TIG
Autrod 16-11	19Cr9Ni,Nb	SGx5GNIb	A5.9-81:ER347	Hàn hồ quang dưới lớp thuốc
Tigrod 16-11	19Cr 9Ni, Nb	-	-	TIG
Autrod 16-12	20Cr, 10Ni	SGxCrNi199	A5.9-81:ER308L	MIG argon
Autrod 16-30	18Cr12Ni 2,7Mo	UPx2CrNiMo	A5.9-81:ER318L	Hàn hồ quang dưới lớp thuốc
Tigrod 16-30	18Cr, 12Ni, 1,7Mo	-	-	TIG
Autrod 16-31	19Cr, 11Ni, 2,7Mo, Nb	UPx5CrNiMo	A5.9-81:ER 318	Hàn hồ quang dưới lớp thuốc
Tigrod 16-31	19Cr, 11Ni, 2,7Mo, Nb	-	-	TIG
Autrod 16-32	18Cr, 12Ni, 2,7Mo	SGx2CrNiMo	A5.9-81:ER316L	MIG argon
Autrod 16-34	19Cr, 14Ni, 3,3Mo	SGx2CrNiMo	A5.9-81:ER317L	MIG và hàn hồ quang dưới lớp thuốc
Tigrod 16-34	24Cr 13Ni	-	-	TIG
Autrod 16-52	24Cr 13Ni	SGx2Cr Ni24	A5.9-81:ER309Si	MIG

2.4.6. Dây và lõi cho hàn nhôm và hợp kim nhôm (ESAB) cho trong bảng 2.48

Bảng 2.48. Dây hàn nhôm và hợp kim nhôm (ESAB)

Loại OK	Loại hợp kim dây hàn	Tiêu chuẩn DIN	Tiêu chuẩn AWS	Phương pháp hàn
Autrod 18.01	99,5% Al	S-Al 99,5	ER1100	MIG
Tigrod 18.01	99,5% Al	S-Al 99,5	ER1100	TIG
Autrod 18.04	AlSi5	S-Al Si5	ER4043	MIG
Tigrod 18.04	AlSi5	S-Al Si5	ER4043	TIG
Autrod 18.13	AlMg5	S-Al Mg3	ER5554	MIG
Autrod 18.15	AlMg5	S-AlMg5	ER5356	MIG
Tigrod 18.15		S-AlMg5	ER5356	TIG

2.4.7. Các loại dây hàn trong môi trường khí bảo vệ theo tiêu chuẩn AWS E7018-1 cho trong bảng 2.49.

Bảng 2.49. Dây hàn trong môi trường khí bảo vệ - [AWS]

Kim loại cơ sở	Dây hàn		Phân loại dây hàn	Đường kính dây		Dòng hàn [A]
	Loại vật liệu			inch	mm	
Nhôm và hợp kim nhôm	1100		ER1100 hoặc ER4043	0,030	0,8	50-175
	3003, 3004		ER1100 hoặc ER5356	3/64	1,2	90-250
	5052, 5454		ER5554 hoặc ER5356	1/16	1,6	160-350
	5083, 5086, 5456		ER5556 hoặc ER5356	3/32	2,4	225-400
	6061, 6063		ER4043 hoặc ER5356	1/8	3,2	350-475
Hợp kim nhôm	AZ10A		ERAZ61A, ERAZ92A	0,04	1,0	150-300
	AZ31B; AZ61A			0,04	1,0	150-300
	AZ80A		ERAZ61A, ERAZ92A	3/64	1,2	160-320
	ZE10A		ERAZ61A	1/16	1,6	210-400
Đồng và hợp kim đồng	Silicon bronze		ERCuSi-A			
	Hợp kim Cu-Ni		ERCuNi	0,045	1,2	200-400
	Đồng nhôm		ERCu Al-AL; A ₃ ; A ₅	1/16	1,6	250-450
	Đồng phot pho		ERCu Sn-A	3/32	2,4	350-550
Niken và hợp kim niken	Hợp kim monel 400		ERNiCu-7	0,03	0,8	
	Hợp kim inconel 600		ERNi Cr Fe-5	0,035	0,9	100-160
Thép không gỉ ôstenit	Loại 201		ER308	0,02	0,5	
	Loại 301, 302, 304; 308		ER308	0,03	0,8	75-150
	Loại 304L		ER308L	0,035	0,9	100-160
	Loại 310		ER310	0,045	1,2	140-310
Thép	Thép cacbon có độ bền cao		ER80S-D2	0,035	0,9	60-280
				0,045	1,2	125-380

3. Dây hàn bột

Dây hàn bột được cấu tạo bởi một lớp vỏ kim loại bọc trong nó là một hỗn hợp gồm bột kim loại và một số thành phần liên kết khác. Hỗn hợp trong dây vừa làm nhiệm vụ bổ sung kim loại, hợp kim hóa đồng thời còn có tác dụng bảo vệ cho kim loại nóng chảy khỏi bị tác dụng của môi trường, làm hồ quang cháy ổn định, v.v...

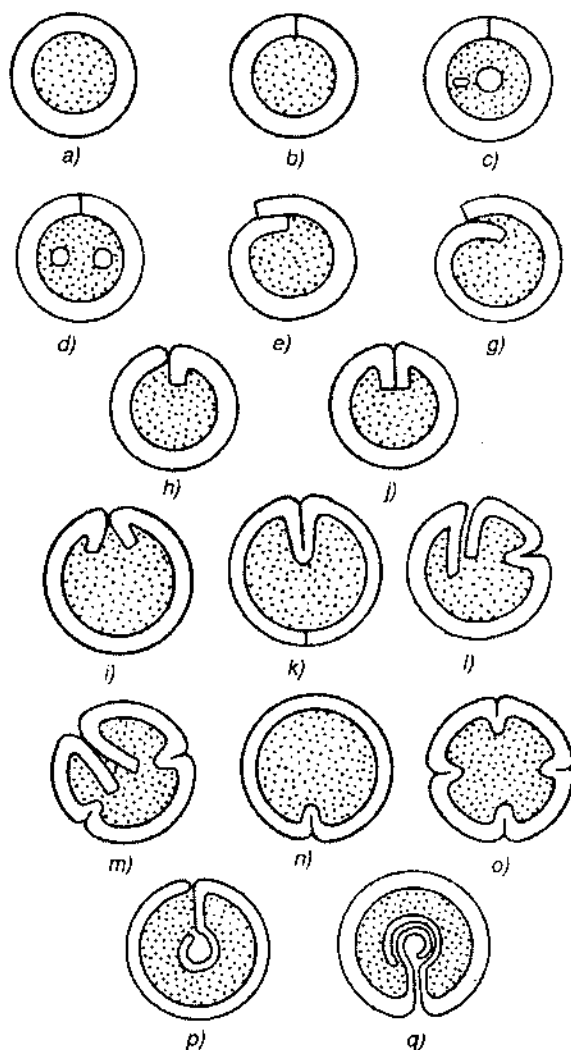
Theo GOST 9467-75 (của Liên bang Nga), dây hàn bột chia tương ứng như các loại que hàn E42; E42A; E46; E50A. Căn cứ theo tính chất công việc hàn, dây hàn bột được dùng dưới hai hình thức sau:

- Với chức năng tự bảo vệ (để dùng trong hàn hồ quang hở).

- Với chức năng được bảo vệ bằng môi trường bổ sung khác (hàn trong môi trường khí CO₂).

Theo thành phần của hỗn hợp bột trong dây, dây hàn bột được chia thành 4 nhóm: rutil - hữu cơ; rutil; cacbonat - fluori; rutil - fluori.

Hình 2.1 biểu thị các dạng kết cấu của dây hàn bột và chia thành: loại dây để hàn tự động; loại dây để hàn bán tự động và loại dây dùng cho cả hai loại hàn trên.



Hình 2.1. Các dạng kết cấu dây hàn bột

Theo vị trí của mối hàn: mối hàn đứng dùng dây ЦП-1; mối hàn ngang dùng dây ПП-AH5.

Dây hàn bột dùng để hàn các loại kết cấu khác nhau có thể chia thành hai nhóm sau:

- + Nhóm dây vạn năng.

- + Nhóm dây để hàn trong các trường hợp riêng biệt (hàn các kết cấu kim loại mỏng, các ống dẫn, vỏ tàu thủy, v.v...).

Dây ПП-AHM-1 dùng để hàn thép cacbon thấp dạng tấm có chiều dày $\delta = 1 \div 3$ mm.

Dây ПBC-1; ПBC-1C; ПBC-3 để hàn đối đầu các ống dẫn.

Dây ЭПC-15/2 sử dụng để hàn bán tự động thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp; dây này cũng có thể dùng hàn các kết cấu cốt thép bê tông.

Dây ПП-AH3 (dây có kết cấu hai lớp) dùng để hàn tự động và bán tự động các kết cấu từ thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp (thép 09Г2C; 14Г2C; 10Г2CЛ; 10XCHД; v.v...).

Dây hàn ПП-AH5 dùng riêng cho hàn tự động trong môi trường khí bảo vệ CO₂, khi hàn các mối hàn đứng có dùng các biện pháp tạo dáng mối hàn cưỡng bức.

Dây hàn ПП-AH10 dùng để hàn các kết cấu đòi hỏi chất lượng đặc biệt, làm việc trong các điều kiện tải trọng và nhiệt độ thấp.

Trong công nghệ phục hồi các bề mặt chi tiết máy mòn bằng hàn tự động và bán tự động thường dùng dây hàn đắp riêng. Theo tiêu chuẩn GOST 2246-70 các dây có ký hiệu Hn.30; Hn.50; Hn-30X; Hn-2X14... được cho phép chế tạo có thành phần cacbon cao hơn so với dây hàn thường.

Ngoài dây hàn thép cũng có các loại dây hàn kim loại màu như dây nhôm, dây đồng và dây hợp kim của nó.

Bảng 2.50 và 2.51 giới thiệu đặc tính công nghệ của dây hàn bột.

Bảng 2.50. Các đặc tính của dây hàn bột

Loại dây hàn	Mức kim loại đắp	Đường kính (mm)	Chế độ hàn			Hệ số đắp (g/Ah)	Vị trí mối hàn	Tầm với điện cực (mm)
			I _h (A)	U (V)	V _h (m/h)			
ПП-АН1	342	2,8	200-350	24-28	Tối 170	12,5	Sắp và nghiêng	15-25
ПП-АНМ1	1,8	1,8	140-150	18-20	-	14	Sắp và đứng	-
	2	2	160-180	20-22				
	2,2	2,2	200-210	23-25				
ПП-1 ДСК	350	1,8 2,5	210-260 260-340	22-26 25-28	170-190 200-240	11,5	Tất cả các vị trí trừ mối hàn trần	
ПВС-1С	346	1,6	140-180	22-25		13,5	Sắp và nghiêng	-
ПВС-1П ; ПВС-3	350	2	150-200	24-27		13,5	Sắp và nghiêng	-
ПП-АН3	350А	2,8 3	290-500 360-560	23-30 24-32	142-435	15,5 16,5	Sắp	40-50
ПП-АН3С		3	400-450	24-27	-	-	Ngang	
ПП-АН7		2 2,3	130-300 150-320	19-25 20-26			Tất cả các vị trí trừ mối hàn trần	15-40
ЭПС-15/2 ЭПС-15/М		2,5 2,1	250-580 100-250	25-32 20--27	210-580 100-190	20	Sắp và nghiêng Ngang	40-60 10-15
ПП-Ю ДСК		2,35	240-400	22-32	188-435	18,5	Tất cả các vị trí, trừ mối hàn trần	40-60
ПП-АН6		2,8	350-490	23-28	-	-	Sắp	15-45
ПП-3 ПСК		2,5	240-400	23-29	152-337		Sắp và ngang	30-40
СП-1		1,35	80-200	18-24	88-582	22	Ngang và đứng	15-30
ПП-АН4		2,25 2,5	230-370 300-650	25-29 25-38	210-337 265-382	18 18	Sắp và nghiêng	30-40
ПП -АН9		2,2 2,5	240-440 330-530	25-35 26-36	298-500 265-435		Sắp và nghiêng	-

Bảng 2.51. Tính chất cơ học của kim loại hàn bằng dây hàn bột

Mác dây hàn	Tính chất cơ học		
	σ_B (kG/mm ²)	δ [%]	a_K (kGm/cm ²)
ПП-АН1	50	21	10
ПП-АНМ-1	42	18	8
ПВ-1	49	22	12
ПВС-3	53	21	12
ПП-АН3	56	28	20
ПП-АН7	52	28	18
ПП-АН11	56	26	19
ПП-АН9	54	29	17
ПП-АН8	53	28	16
ПП-АН10	54	28	16

4. Bảo quản que hàn

Do que hàn có xu hướng hấp thụ hơi ẩm, nên để đảm bảo chất lượng mối hàn que hàn cần được bảo quản thích hợp và có thể phải sấy lại trước khi sử dụng.

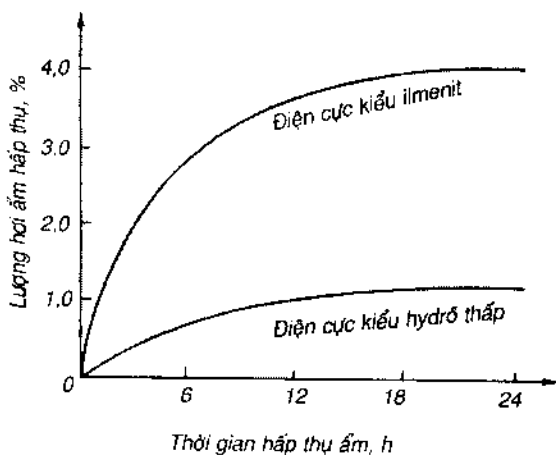
4.1. Sự hấp thụ ẩm

Các kiểu que hàn có thành phần thuốc bọc bên ngoài khác nhau và cũng có các nhiệt độ sấy khác nhau trong quá trình sản xuất. Điện cực kiểu hydro thấp được sấy ở 400÷450°C và các kiểu không phải hydro (kiểu ilmenit, kiểu vôi - titan,...) được sấy ở nhiệt độ thấp hơn khoảng 150°C. Khi các que hàn này được bảo quản trong cùng môi trường, chúng có các đặc tính hấp thụ độ ẩm khác nhau, xem trên hình 2.2. Khi que hàn được lưu trữ ở nhiệt độ và độ ẩm cao, sự hấp thụ hơi ẩm tăng nhanh (hình 2.3).

Nếu dùng que hàn bị ẩm, các khuyết tật hàn sẽ xảy ra nhiều hơn, làm giảm mạnh chất lượng mối hàn. Do đó, giới hạn hấp thụ ẩm phải được thiết lập để đạt hiệu suất hàn cao. Giới hạn này được xác định theo các yếu tố sau:

a) 0,5% khi tính đến lượng hydro trong mối hàn dùng que hàn kiểu hydro thấp để giới hạn lượng hydro trong mối hàn (dưới 5ml/100g có tính đến tính hàn).

b) 2 ÷ 3% khi tính đến công nghệ, chống nứt, chống tạo bọt khí, cho các kiểu điện cực không phải loại hydro thấp.



Hình 2.2. Sự hấp thụ ẩm của que hàn ở môi trường 30°C, độ ẩm 80%

4.2. Sấy

Que hàn được lưu trữ trong thời gian dài sau khi sản xuất, do vậy khi que hàn được đưa ra dùng ở ngoài trời, đã hấp thụ lượng ẩm nào đó. Sự hấp thụ ẩm này tùy thuộc vào kiểu que hàn. Ngay cả nếu một lượng nhỏ độ ẩm được hấp thụ vào que hàn loại hydro thấp, loại thường dùng để hàn thép dày hoặc thép hợp kim thấp, cũng có xu hướng gây nứt mối hàn. Do đó phải sấy trước khi sử dụng. Trong trường hợp các que hàn không phải hydro thấp (loại trừ que hàn kiểu xenlulo), cũng phải sấy trước khi hàn.

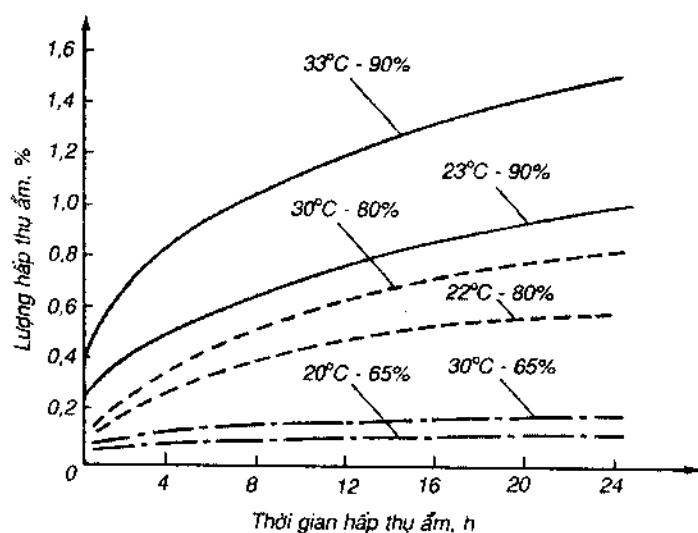
Để sấy cần phải xác định cẩn thận nhiệt độ, thời gian và số chu kỳ sấy. Nhiệt độ sấy quá cao hoặc quá thấp có thể gây ra các vấn đề bất lợi. Nhiệt độ sấy quá cao có thể làm giảm tác nhân tạo khí và chất khử oxy hóa trong hỗn hợp thuốc bọc, tạo ra các bọt khí trong mối hàn, làm giảm độ bền và độ dai va đập. Nếu nhiệt độ sấy quá thấp, sẽ không loại hết lượng ẩm đã bị hấp thụ.

Bảng 2.52 nêu ra các điều kiện sấy tối ưu tùy thuộc vào nhãn hiệu que hàn. Nói chung, sấy có thể được lặp lại ba lần theo công việc hàn. Que hàn sẽ không thay đổi đặc tính nếu sấy đến 5 lần liên tiếp nhưng nếu sấy quá nhiều lần, sự liên kết của lớp bọc có thể bị hư hại và bị rã trong khi hàn. Do đó cần phải xác định được trước số lượng que hàn được sử dụng trong ngày và chỉ sấy lượng que hàn cần dùng. Số que hàn bị dư ra có thể dùng cho ngày hôm sau nhưng phải sấy lại.

Bảng 2.52. Điều kiện sấy lõi tru cho que hàn

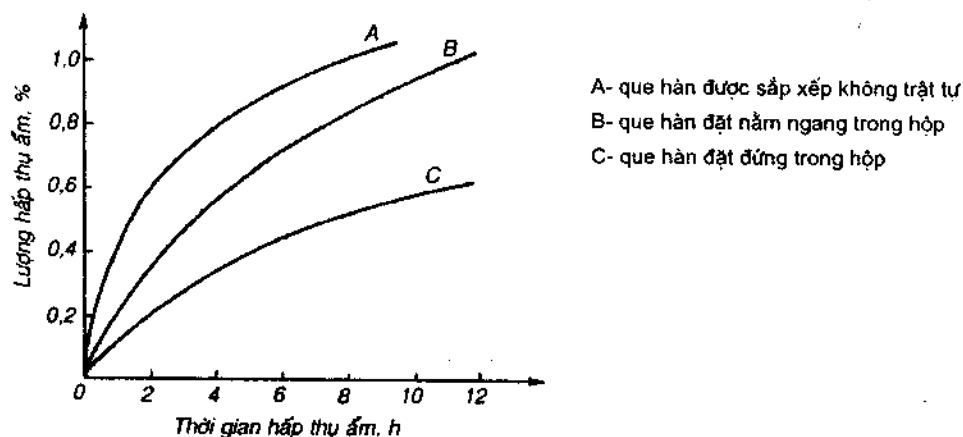
Kiểu que hàn	Kiểu lớp bọc	Lượng ẩm hấp thụ (%)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)
Thép trung bình	Ilmenit	>3	70-100	30-60
	Xenlulo (1)	>6	70-00	30-60
	Vôi - titan	>2	70-100	30-60
	Oxyt titan cao	>3	70-100	30-60
	Hydrô thấp	> 0,5	300-350	30-60
		> 0,5	350-400	60
	Bột sắt	>2	70-100	30-60
	Đặc biệt	>1.5	200-250	30-60
		>3	70-100	30-60
		>5	70-100	30-60
Thép độ bền cao	Ilmenit	>3	70-100	30-60
	Vôi - titan	>1.5	200-250	30-60
		>2	70-100	30-60
	Hydro thấp	>0,5	300-350	30-60
			350-400	60
Thép hợp kim thấp	Ilmenit	>2	70-100	30-60
	Oxyt titan cao	>3	70-100	30-60
	Hydrô thấp	> 0,5	300-350	30-60
		> 0,5	325-375	60
Thép không gỉ Cr	Vôi - titan	> 1	300-350	30-60
Thép không gỉ	Vôi	>1	300-350	30-60
Thép không gỉ Cr-Ni	Vôi - titan	>1	150-200	30-60
Hàn đắp bề mặt	Oxyt -titan cao	> 3	70-100	30-60
	Vôi - titan	>1	150-200	30-60
	Vôi	>0,5	300-350	30-60
	Graphit	>1	150-200	30-60
		>1	150-200	30-60
Hàn gang đúc	Vôi	>2	70-100	30-60
		>0.5	300-350	30-60
	Graphit	>1,5	70-100	30-60
	Vôi - titan	>1	150-200	30-60
Hàn hợp kim Cu và hợp kim Ni	Vôi và vôi đặc biệt	1	200-250	30-60

Ghi chú : (1) Ngoại trừ một số loại xenlulo cao.



Hình 2.3. Sự hấp thụ ẩm trong những điều kiện môi trường khác nhau.

Hơn nữa, lượng ẩm được hấp thụ còn phụ thuộc vào cách cất giữ que hàn trong kho (hình 2.4). Trong trường hợp hàn ở ngoài trời que hàn sẽ hấp thụ độ ẩm khác nhau, khi được đặt ở tư thế khác nhau trong hộp kín được chuyển đến hiện trường.



Hình 2.4. Tốc độ hấp thụ ẩm của que hàn ở môi trường ổn định 25°C, độ ẩm 90%.

Khi que hàn hấp thụ ẩm, các vấn đề sau đây có thể xảy ra với tính công nghệ và tính hàn:

- + Hồ quang trở nên mạnh hơn và không ổn định.
- + Sự bắn tóe nhiều hơn và hạt kim loại văng ra lớn hơn.
- + Độ ngấu mối hàn trở nên sâu hơn, có thể gây nứt ở đáy.
- + Lớp xỉ phủ mặt không đều trong khi hàn, do đó mặt bị thô hơn.
- + Khử lớp xỉ khó khăn hơn.
- + Có thể xảy ra nứt.
- + Có thể tạo nhiều bọt khí.
- + Gây ra sự dòn hydro do tăng lượng hydro trong mối hàn.

4.3. Lưu trữ

Nếu que hàn hấp thụ ẩm, chất lượng ban đầu sẽ được hồi phục bằng cách sấy lại. Tuy nhiên, điều quan trọng là phải lưu giữ que hàn trong khu vực thích hợp và sử dụng các que hàn cũ trước. Các chú ý cần được thực hiện khi lưu giữ que hàn :

- a) Lưu giữ que hàn trong khu vực thông gió tốt, để que hàn cách xa nền và tường nhà.
- b) Ghi rõ ngày tiếp nhận và sắp xếp trật tự sao cho que hàn cũ được dùng trước.
- c) Ghi rõ kiểu loại, đường kính que hàn.
- d) Không xếp các que hàn chồng đồng lên nhau.

5. Thuốc hàn

5.1. Yêu cầu chung

Thuốc hàn dùng để bọc que hàn tay hay dùng để hàn tự động và hàn bán tự động có các yêu cầu riêng, song chúng có cùng một số đặc tính cơ bản sau:

- Có khả năng ion hóa mạnh để gây hồ quang trong quá trình hàn.
- Bảo vệ kim loại lỏng mối hàn không tác dụng với oxy và nitơ của không khí xung quanh để tạo cơ tính mối hàn cao.

- Tạo xỉ tốt, xỉ nổi phủ đều trên bề mặt mối hàn để nâng cao cơ tính của mối hàn.

- Có tác dụng hợp kim hóa kim loại mối hàn để nâng cao cơ tính của mối hàn.

- Có chất dính kết tốt để đảm bảo độ bền sau khi bọc vào lõi que hay tạo hạt thuốc hàn tự động.

Đối với thuốc bọc que hàn có thêm yêu cầu: nhiệt độ chảy của hỗn hợp phải cao hơn nhiệt độ chảy của lõi que để khi hàn thuốc bọc tạo thành hình phễu, hướng kim loại nóng chảy đi vào vũng hàn.

Đối với thuốc hàn tự động và bán tự động còn phải yêu cầu có nhiệt độ chảy thấp hơn so với kim loại hàn, để giảm hao phí nhiệt, giảm hao phí dây hàn (vì bị cháy và bắn tóe) và để tăng hệ số đắp.

5.2. Phân loại

Theo công dụng thuốc hàn tự động và bán tự động có 3 loại:

- Thuốc để hàn thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp.
- Thuốc để hàn thép hợp kim cao.
- Thuốc để hàn kim loại và hợp kim màu.

Còn có loại có tính chất chung vừa để hàn thép hợp kim cao vừa để hàn kim loại màu. Ví dụ: thuốc hàn AH-20 của Liên bang Nga.

Hàn thép cacbon và thép hợp kim thấp thường dùng loại thuốc có hàm lượng Si và Mn cao như loại AH-348. Khi hàn thép hợp kim cao, người ta dùng thuốc hàn có tính chất trung bình. Nó là hợp chất các fluorua hay clorua canxi, natri, v.v. như thuốc hàn AHΦ-5; AHΦ-6.

Theo tiêu chuẩn thuốc hàn của Liên bang Nga - GOST 9087-69 thuốc hàn nóng chảy dùng cho hàn tự động và bán tự động có các mức sau: AH-348A; AH-348AM; AH-8; AH-20CM; AH-20Π; AH-26CΠ.

Thép còn có thể được hàn với các loại thuốc sản xuất theo các tiêu chuẩn của các cơ sở khác nhau (ví dụ, ở Nga là thuốc của Viện PaTON; Viện ЦНИИТМАШ, v.v).

Phạm vi sử dụng các loại thuốc để hàn thép được chỉ dẫn theo bảng 2.53.

Bảng 2.53. Lĩnh vực sử dụng thuốc hàn thép cacbon và thép hợp kim thấp (Liên bang Nga)

Thuốc hàn	Thép hàn	Lĩnh vực sử dụng
AH348A	- Tất cả thép cacbon 16ГC; 14ХГC; 14Г2; 10Г2 ; 25ХГC; 10Г2АФ...	Hàn tự động các kết cấu
AH-348AM	17ГC; 15ГCТЮ; 15ХСН Д; 10ХСН Д; 12Г2СМФ...	Hàn bán tự động các kết cấu
OCЦ-45	- Tất cả các thép cacbon	Hàn tự động các kết cấu
OCЦ-45M	10ХСН Д, 15ХСНД; 09Г2C; 14Г2; 18Г2; 16ГC; 10Г2CД; 17ГC	
AHK-30	10ХСН; 15СНД; 15ГC; 14ГC; 17ГC; 10Г2CД - Tất cả thép cacbon thấp	Sử dụng cho những mối hàn được thực hiện với loại thuốc này

5.3. Thuốc hàn, dây hàn của một số nước

5.3.1. Thuốc hàn, dây hàn của Thụy Điển

a) Thuốc hàn cho hàn hồ quang dưới lớp thuốc (hãng ESAB) cho trong bảng 2.54.

Bảng 2.54. Thuốc hàn cho hàn tự động - (ESAB)

Thuốc OK	Loại	Tính chất	Khả năng hợp kim hóa	Ghi chú
10.16	Thiếu kết	Badơ	Không	Tẩy rửa lớp phủ
10.40	Nấu chảy	Axit	Hợp kim hóa Mn	
10.61	Thiếu kết	Badơ cao	Không	
10.62	Thiếu kết	Badơ cao	Không	
10.70	Thiếu kết	Badơ	Hợp kim hóa Mn	
10.71	Thiếu kết	Badơ	Không	
10.80	Thiếu kết	Trung tính	Hợp kim hóa Mn	
10.81	Thiếu kết	Axit	Hợp kim hóa Mn	
10.91	Thiếu kết	Axit	Hợp kim hóa Cr	
10.92	Thiếu kết	Trung tính	Hợp kim hóa Cr	
10.96	Thiếu kết	Axit	Hợp kim hóa Cr	

b) Các chỉ tiêu kỹ thuật của mối hàn (dùng thuốc hàn và dây hàn của ESAB) xem trong bảng 2.55.

c) Thành phần hóa học và tính chất cơ học của kim loại hàn khi dùng dây hàn và thuốc hàn của hãng ESAB xem trong bảng 2.56.

d) Vật liệu bổ sung của ESAB (Thụy Điển) cho hàn MIG, hàn hồ quang dưới lớp thuốc để hàn thép không gỉ tương ứng với các tiêu chuẩn JIS; AFNOR; AISI; BS và DIN được giới thiệu trong bảng 2.57.

Bảng 2.55. Đặc trưng kỹ thuật mỗi hàn

Loại thuốc hàn và công dụng	Dây hàn	Thành phần hóa học mỗi hàn %				Tính chất cơ học của kim loại hàn kG/mm ²		Tiêu hao thuốc và dây hàn kg/kg
		C	Si	Mn	Mo	Độ bền uốn	Độ bền kéo	
OK 10.40 AWS: F6A2-EL12 DIN 32522:FMS198AC Thuốc nóng chảy hợp kim Mn dùng cho hàn hồ quang dưới lớp thuốc	OK Autrod 12.10 12.20	 0,1 0,1	 0,6 0,7	 1,3 1,6	 	 35 41	 48 53	 Điện thế hàn 30v: 1kg/1kg Điện thế hàn 40v: 2kg/1kg
OK 10.61 AWS F6A4-EM12 DIN32522:BFB165DC7 Thuốc thiêu kết tính bader cao (2,8) dùng cho hàn hồ quang dưới lớp thuốc cho thép có độ bền cao.	OK Autrod 12.10 12.22 12.24	 0,08 0,08 0,08	 0,1 0,3 0,3	 0,6 1,0 1,0	 0,4	 35 40 52	 48 52 65	 d = 4mm; I = 500A U = 24V : 0,7kg/1kg U = 36V : 1,4kg/1kg U = 36V : 1,5kg/1kg
OK 10.62 AWS: F6A4-EM12 DIN 32522:BFB155AC8 Thuốc thiêu kết tính bader cao (3,4) dùng cho hàn hồ quang dưới lớp thuốc để mỗi hàn có độ dai và đập cao.	OK Autrod 12.22 12.24 12.32 12.34 12.40	 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1	 0,25 0,15 0,25 0,25 0,15	 1,0 1,0 1,5 1,5 1,9	 0,4 0,4 	 44 51 47 59 57	 51 59 55 66 66	 d = 6mm; I = 800A U = 30V : 0,7kg/1kg U = 38V : 1,3 kg/1kg U = 36V : 1,4kg/1kg U = 34V : 1,3 kg/1kg U = 30V : 0,7÷0,75kg/1kg
OK 10.70 AWS: F7A4-EL12 DIN 32522:BAB179AC8 Thuốc thiêu kết có tính bader (1,7) và hợp kim hóa bằng Mn	OK Autrod 12.10 12.30	 0,07 0,07	 0,4 0,5	 1,6 2,0	 ~	 44 51	 52 60	 U = 34V → 0,9÷0,95kg/1kg U = 38V → 1,2÷1,3kg/1kg
OK 10-91 DIN 32522:BCS571545AC Thuốc thiêu kết có tính bader (1,0) dùng hàn thép crôm cao	OK Autrod 16.10 16.30 15.73	(C) it it 0,3	(Cr) 19 18 13	(Ni) 10 12 -	(Mo) - 3 -	 	 	 U = 30V → 0,7kg/1kg U = 35V → 1kg/1kg U = 35V → 1,3kg/1kg

Bảng 2.56. Cơ tính và thành phần hóa học mối hàn

Loại dây		Thành phần hóa học dây hàn, %				Thành phần hóa học của kim loại hàn, %				Tính chất cơ học của kim loại hàn, kG/mm ²	
		C	Si	Mn	Mo	C	Si	Mn	Mo	Độ bền uốn	Độ bền kéo
OK Autrod	12.10	0,1	≤ 0,02	0,5							
OK thuốc	10.40					0,1	0,6	1,3		35	48
	10.61					0,08	0,1	0,6		35	48
	10.70					0,07	0,4	1,6		44	52
	10.71					0,07	0,2	0,9		36	46
	10.80					0,1	0,5	1,4		42	54
	10.81					0,1	0,8	1,1		49	57
OK Autrod	12.10	0,1	0,1	1,0							
Thuốc	10.40					0,1	0,7	1,6		41	53
	10.50					0,13	0,1	1,0		30	45
	10.70					0,07	0,5	2,0		51	60
	10.71					0,07	0,3	1,3		40	50
	10.80					0,1	0,6	1,7		46	57
	10.81					0,1	0,9	1,4		53	62
Autrod	10.22	0,1	0,25	1,0							
Thuốc	10.50					0,13	0,10	1,0		30	45
	10.61					0,08	0,3	1,0		40	52
	10.62					0,1	0,25	1,0		44	51
	10.71					0,08	0,4	1,3		46	55
OK Autrod	12.24	0,1	0,1	1,0							
Thuốc	10.50					0,1	0,2	1,0		35	50
	10.61					0,08	0,3	1,0		52	65
	10.62					0,1	0,15	1,0		51	59
	10.71					0,08	0,3	1,3		50	60
Autrod	12.32	0,12	0,2	1,6							
Thuốc	10.62					0,1	0,25	1,5		47	55
	10.71					0,08	0,4	1,6		49	57
Autrod	12.34	0,12	0,2	1,5	0,5						
Thuốc	10.62					0,1	0,25	1,5	0,4	59	66
	10.71					0,1	0,4	1,6	0,4	15	63

Bảng 2.57. Vật liệu để hàn MIG cho thép không gỉ

Thép theo JIS	Loại thép	Hàn MIG	Hàn hồ quang dưới lớp thuốc OK Thuốc + OK Autrod	Theo các tiêu chuẩn			
				AFNOR	AISI	BS1449	DIN
2301	13% Ferit-Mactenxit	16.32	10.91 hoặc 10.92 + 16.30	z 6C13	410 S	(410 S 21)	1.4001
2302	13% Ferit-Mactenxit	16.32	10.91 - 10.92 + 16.30	Z12C13	410	410 S 21	1.4006
2303	13% Ferit-Mactenxit	16.32	10.91 - 10.92 + 16.30	Z20C13	420	420S37	1.4021
2320	17% Ferit	16.32	10.91 - 10.92 + 16.30	Z8C17	430	430S15	1.4016
2330	18Cr-8Ni Austenit	16.12	10.91 - 10.92 + 16.10	Z12CN18-09	302	302S25	1.4300
2332	19Cr-10Ni Austenit	16.12	10.91 - 10.92 + 16.10	Z6CN18-09			
2333	19Cr-10Ni Austenit	16.12	10.91 - 10.92 + 16.10	Z6CN18-09	304	304S15	1.4301
2337	18Cr-11Ni Austenit	16.11	10.91 - 10.92 + 16.11	Z6CNT18-11	321	321S12	1.4541
2338	18Cr-11Ni Austenit	16.11	10.91 - 10.92 + 16.11	Z6CNNb18-11	347	347S12	1.4550
2341	18Cr-11Ni1,7Mo Austenit	16.32	10.91 - 10.92 + 16.30				
2343	18Cr-12Ni2,8Mo Austenit	16.31	10.91 - 10.92 + 16.30	Z6CND17-12	316	316S16	1.4436
2344	18Cr-12Ni2,8Mo Austenit	16.31	10.91 - 10.92 + 16.30	Z8CNDT17-13	-	320S17	1.4573
2347	18Cr-12Ni2,3Mo	16.32	10.91 - 10.92 + 16.30	Z6CND17-11	316	316S16	1.4401
2352	19Cr-11Ni2,8MoELC	16.32	10.91 - 10.92 + 16.30	Z2CND17-13	316L	316LS12	1.4435
2361	25Cr-20Ni						
2366	19Cr-13Ni3,5Mo	16.34	10.91 - 10.92 + 16.34		317		1.4311
2367	19Cr-13Ni3,5MoL	16.34	10.91 - 10.92 + 16.34		317L		1.4429

5.3.2. Dây hàn và thuốc hàn hãng Lincoln (Mỹ) dùng cho hàn đắp dưới lớp thuốc và hàn tự động được giới thiệu trong bảng 2.58 và 2.59.

Bảng 2.58. Dây và thuốc hàn dùng hàn đắp (Hãng Lincoln)

Dây hàn	Thuốc	Độ cứng kim loại hàn [HRC]
Jet-LH BV-90	-	23-28
Lincore 30	801	29-32
Lincore 40	801	39-42
L-60	H535	34-46
L-60	A100	30-32
L-60	A965	52-54
L-60	A550	32-60
Lincore 55	-	56-62
L-60	H 560	56-61

Bảng 2.59. Dây và thuốc hàn hàn tự động (Hãng Lincoln)

Dây hàn	Thuốc hàn	Công dụng
L-50; L-60	760;761;780;790	Hàn thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp
L-61; L-70	860;880;882;890	
LC-72		
L-60; L-61		
L-70		
LAC Ni2	880;882	Hàn thép hợp kim
LAC M2	880	
LAC B2	800	

6. Các loại vật liệu khác

6.1. Khí bảo vệ

Các khí trơ (heli, argon, v.v.) không có khả năng tham gia vào các phản ứng hóa học. Trong lĩnh vực hàn người ta sử dụng khí argon, heli và cacbonic.

a) Khí argon (Ar) là một loại khí không màu, không mùi, nặng hơn

không khí khoảng 25%. Argon lỏng không màu, không mùi và sôi ở nhiệt độ - 185°C dưới áp suất thường.

Argon được sản xuất ở dạng lỏng và dạng khí. Theo tiêu chuẩn GOST 10157-73 có 3 loại, tùy theo thành phần tạp chất.

b) *Hêli (He)* là khí cũng không có màu, không mùi, có tỷ trọng riêng nhỏ hơn argon khoảng 10 lần.

c) *Khí cacbonic (CO₂)* được sử dụng rộng rãi trong hàn để làm khí bảo vệ. Ở áp suất cao CO₂ chuyển sang dạng lỏng, còn khi được làm lạnh ở áp suất thường nó chuyển sang trạng thái rắn (nước đá khô).

Trọng lượng 1 lít CO₂ lỏng ở nhiệt độ +20°C là 0,77kG còn ở nhiệt độ -11°C hoặc thấp hơn, nó trở nên nặng hơn nước; vì vậy người ta mua bán khí CO₂ theo trọng lượng, không theo thể tích.

Khí CO₂ được nén ở áp suất cao, chia làm bốn dạng (theo GOST 8050-64): CO₂ hàn loại 1 và 2; CO₂ thực phẩm và CO₂ kỹ thuật. Ba dạng đầu được dùng cho hàn; còn CO₂ kỹ thuật chỉ được dùng cho hàn sau khi nó đã được làm sạch tạp chất.

d) *Nitơ (N)*. Loại khí này ít được sử dụng để hàn như là một loại khí bảo vệ độc lập. Thường dùng nó dưới dạng hỗn hợp và dùng trong trường hợp hàn đồng.

6.2. Điện cực không nóng chảy

Hiện nay người ta dùng một số loại điện cực không nóng chảy, chế tạo từ một số vật liệu khác nhau như than, graphit, vonfram, đồng để hàn.

a) Điện cực than dẫn điện kém, có điện trở suất lớn gấp 4 lần điện trở suất của graphit. Đôi khi điện cực than được bọc đồng ở bên ngoài để tăng độ bền của nó khi tăng mật độ dòng điện.

b) Điện cực graphit được chế tạo từ than có tăng thêm một lượng graphit (bằng cách ủ ở nhiệt độ 2500°C). Đôi khi người ta cũng dùng những điện cực graphit thừa trong công nghiệp nấu thép. Trong trường hợp này, người ta xẻ thành các thanh có tiết diện ngang vuông hoặc chữ nhật và sau đó làm nhọn đầu.

Trong công nghệ hàn người ta hay dùng điện cực bằng vonfram hơn là điện cực than hoặc điện cực graphit.

Tuy nhiên điện cực than và điện cực graphit có những ưu điểm sau:

- Hồ quang cháy ổn định ngay cả khi dòng điện nhỏ ($3\div5A$) và chiều dài hồ quang lớn (tới 50mm).

- Điện cực mòn chậm, dễ thao tác, có thể hàn được những chiều dày nhỏ ($1\div3mm$) với tốc độ rất lớn (tới $50\div70\text{ m/h}$).

c) *Điện cực vonfram* là loại điện cực được dùng rộng rãi trong số các điện cực không nóng chảy. Ưu điểm của loại điện cực này là dễ gây hồ quang và hồ quang cháy ổn định. Quá trình hàn bằng điện cực vonfram dễ tự động hóa. Nó được sử dụng để hàn cho nhiều loại thép khác nhau với chiều dày khác nhau và trong tất cả các vị trí không gian hàn khác nhau. Đồng thời nó luôn cho chất lượng kim loại hàn đạt chất lượng cao.

Đặc tính của một số điện cực vonfram được cho ở bảng 2.60a, b.

Bảng 2.60a. Đặc tính của một số loại điện cực vonfram.

Mác điện cực	Đường kính 9mm)	Thành phần %				
		Vonfram	Ôxyt thori	Ôxyt lantan	Ôxyt itria	Tantan
VL-10	1-10	98,36-99	-	1-1,9	-	
VL-20	2-10	97,86-98,5	-	1,5-2,0	-	
VT-7	0,2-10	99-99,3	0,7-1,0	-	-	
VT-15	0,2-10	98,4-99	1-1,5	-	-	
VI-2	0,2-10	97,85-98,5	1,5-2	-	-	
VI-3	1-10	-	-	-	1,6-2	0,01
	1-10	96,75-97,5	-	-	1,25-3,1	0,01

Bảng 2.60b. Điện cực vonfram theo tiêu chuẩn DIN EN 26848

Ký hiệu	Ôxyt tham gia trong điện cực (%)	Màu	Công dụng	
W	Tinh khiết	xanh	để hàn	
WC20	1,8-2,2 ôxyt Seri	xám		
WT10	0,9 - 1,2 ôxyt Thori	vàng		
WT20	1,8 - 2,2 ôxyt Thori	đỏ		
WT30	2,8 - 3,2 ôxyt Thori	tím		
WT40	3,8-4,2 ôxyt Thori	đa cam		
WZ4	0,3 - 0,5 ôxyt Zircôn	nâu		để cắt
WL10	0,9-1,2 ôxyt Lantan	đen		

6.3. Điện cực đồng

Điện cực được chế tạo từ đồng đỏ, nhìn chung loại điện cực này có độ ổn định hồ quang. Trong một số trường hợp có khả năng làm việc với dòng hàn đến 600A. Tuy nhiên điện cực đồng đỏ cũng ít dùng vì tuổi thọ của nó không cao.

III. TÍNH HÀN CỦA KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

1. Khái niệm và phân loại

Tính hàn là khả năng của kim loại và hợp kim cho phép hình thành mối hàn bằng các công nghệ hàn thông thường thích hợp để mối hàn đạt được các tính chất cần thiết, đảm bảo độ tin cậy của liên kết hàn khi sử dụng.

Căn cứ vào tính hàn các loại vật liệu của kết cấu hàn hiện nay có thể chia thành 4 nhóm sau:

Nhóm 1: Vật liệu có tính hàn tốt .

Những vật liệu này cho phép tạo thành mối hàn bằng những phương pháp công nghệ bình thường, không phải sử dụng các biện pháp công nghệ đặc biệt (như nung nóng sơ bộ). Những vật liệu này sau khi hàn tạo mối hàn có cơ tính cao, có thể hàn chúng trong mọi điều kiện. Đó là các thép cacbon, thép hợp kim thấp.

Nhóm 2. Vật liệu có tính hàn trung bình.

Những vật liệu này cho phép tạo thành mối hàn với cơ tính cần thiết trong những điều kiện nhất định. Đối với những vật liệu này, phải xử lý nhiệt như nung nóng sơ bộ và làm giảm tốc độ nguội.

Thuộc nhóm này có một số thép hợp kim thấp và thép hợp kim trung bình.

Nhóm 3. Vật liệu có tính hàn kém

Gồm những vật liệu chỉ cho phép tạo thành mối hàn trong các điều kiện công nghệ rất đặc biệt và phức tạp. Đó là thép cacbon cao, thép hợp kim cao, thép đặc biệt (như thép chịu nhiệt, chịu mài mòn, thép chống gỉ).

Nhóm 4. Vật liệu không có tính hàn.

Đây là các vật liệu không thể tạo thành mối hàn thỏa mãn yêu cầu, kể cả khi có xử lý bằng các biện pháp công nghệ đặc biệt. Khi hàn các vật liệu này thì các khuyết tật như rỗ, nứt khó có thể tránh khỏi.

2. Đánh giá tính hàn của thép

Mục đích của việc đánh giá tính hàn của thép cũng như của các vật liệu khác là để xác định các chỉ tiêu sau:

- Có tính hàn không?
- Có khả năng nứt nóng, nứt nguội không?
- Nhiệt độ nung nóng sơ bộ là bao nhiêu?

Sau đây là các thông số xác định thông thường.

2.1. Hàm lượng cacbon tương đương - C_E

C_E đặc trưng cho tính chất của vật liệu, biểu hiện tính hàn của nó. Đối với thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp, nói chung xác định C_E theo các công thức sau:

$$C_E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad \%$$

$$C_E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{15Mo}{4} \quad \%$$

trong đó C, Mn, Cr... là thành phần hóa học của các nguyên tố đó trong thép.

Khi $C_E < C_{Eh}$ (C_{Eh} là hàm lượng cacbon tương đương tới hạn), thì thép có tính hàn.

$$C_{Eh} = 0,45 \text{ khi chiều dày tấm hàn } h < 25 \text{ mm.}$$

$$C_{Eh} = 0,4 \text{ khi chiều dày tấm hàn } h < 35 \text{ mm.}$$

2.2. Thông số đánh giá nứt móng - Hcs

Đối với thép cacbon trung bình và hợp kim trung bình có thể xác định Hcs bằng công thức:

$$H_{cs} = \frac{C \left[P + S + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right] 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V}$$

trong đó C, P, S, ... là thành phần hóa học của các nguyên tố đó có trong thép (kể cả nguyên tố có hại như P, S).

Khi thép có $H_{cs} \geq 4$ thì thép có thiên hướng tạo nứt nóng. Với thép có độ bền cao với chiều dày lớn cần $H_{cs} < 1,6 \div 2$ sẽ ít thiên hướng nứt nóng.

Với thép hợp kim vi lượng, có thể dùng công thức:

$$U_{cs} = 230C + 190S + 75P + 45Nb - 12,3Si - 5,4Mn - 1$$

Nếu $U_{cs} < 10$, thép hợp kim vi lượng có khả năng chống nứt nóng. Nếu $U_{cs} \geq 30$, thép dễ bị nứt nóng.

Để phòng chống nứt nóng, ngoài các biện pháp luyện kim như chọn thành phần hóa học kim loại mối hàn và loại vật liệu hàn thích hợp, còn có thể sử dụng các biện pháp kết cấu và chế độ hàn thuận lợi để tạo điều kiện kết tinh tốt nhất cho kim loại mối hàn (ví dụ, chọn hệ số ngấu trong khoảng $1,3 \div 2$ khi hàn dưới lớp thuốc).

2.3. Thông số đánh giá nứt nguội - P_L

P_L là thông số biểu thị sự ảnh hưởng của các nguyên tố hợp kim tới sự hình thành nứt nguội:

$$P_L = P_{CM} + \frac{H_D}{60} + \frac{K}{40 \times 10^4} [\%]$$

P_{CM} là thông số biểu thị sự biến dòn của vùng ảnh hưởng nhiệt.

Đối với thép hợp kim thấp, theo ITO - BESSIO (Nhật Bản):

$$P_{CM} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn + Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{V}{10} + 5B + \frac{Mo + V}{15} [\%]$$

K - hệ số cường độ cứng vững của liên kết hàn.

H_D - hàm lượng hydro (H_2) có trong kim loại hàn (ml/100g). Trong thực nghiệm $H_D = (1 \div 5,0)$ [10].

Hoặc: $H_D = 0,78.H_{IIW} - 1,4$

trong đó:

H_{IIW} - lượng hydro khuếch tán tính bằng ml/100g kim loại đắp, đo theo phương pháp sử dụng thủy ngân của Viện Hàn quốc tế.

K - cường độ cứng vững của mối hàn [N/mm.mm]. $K = r.t$, trong đó $r = 690$ và $t < 150$ mm với mối hàn giáp mối. K biểu thị ảnh hưởng của ứng suất kéo và độ cứng vững của liên kết hàn khi nguội mối hàn. Nó cho biết lực [N] làm mở 1 mm vết nứt có chiều dài 1 mm trong mối hàn.

Phạm vi nồng độ các nguyên tố trong thép áp dụng cho công thức tính P_L : 0,07 ÷ 0,22% C; 0,40 ÷ 1,40% Mn; 0,0 ÷ 0,6% Si; 0,0 ÷ 1,2% Cr; 0,0 ÷ 0,7% Mo; 0,0 ÷ 0,12% V; 0,0 ÷ 0,005% B; 0,0 ÷ 0,04% Nb; 0,0 ÷ 0,5% Cu; 0,0 ÷ 1,2% Ni; 0,0 ÷ 0,05% Ti; $t = 19 \div 50$ mm;

$H_D = 2 \div 12$ ml/100g kim loại đắp mẫu thử Tekken (tham khảo giáo trình *Lý thuyết hàn*, trường Đại học Bách khoa Hà Nội) có năng lượng đường $q_d = 1,7$ kJ/mm và chiều dày $t = 20$ mm.

Thực nghiệm cho thấy lượng hydro khuếch tán vào kim loại hàn ở các phương pháp hàn có khác nhau, bảng 2.61.

Bảng 2.61. Lượng hydro khuếch tán trong kim loại đắp [6]

Phương pháp hàn	ml/100g kim loại đắp
Hàn trong môi trường khí bảo vệ CO₂ hoặc Ar:	
Dây hàn sạch	2 ÷ 7
Dây hàn bẩn	6 ÷ 12
Hàn hồ quang tay:	
Que hàn sấy ở 400 ÷ 500°C	3 ÷ 7
Que hàn vỏ bọc bado sấy ở 100 ÷ 150°C	6 ÷ 12
Que hàn vỏ bọc bado không sấy	12 ÷ 20
Que hàn vỏ bọc rutil	20 ÷ 35
Hàn dưới lớp thuốc:	
Dây hàn sạch, thuốc hàn có sấy	5 ÷ 10
Dây hàn bẩn, thuốc hàn không sấy	10 ÷ 25
Hàn bằng dây hàn lõi bột trong khí bảo vệ CO₂	10 ÷ 30

Khi $P_L \geq 0,286$ thì thép có thiên hướng tạo nứt nguội.

Ngoài ra, có thể đánh giá nứt nguội theo tiêu chuẩn độ cứng vùng ảnh hưởng nhiệt. Với thép cacbon thường và thép hợp kim thấp, độ cứng tối đa vùng ảnh hưởng nhiệt có thể tính theo công thức:

$$HV_{\max} = 90 + 1050C + 47Si + 75Mn + 30Ni + 31Cr$$

Nếu $HV_{\max} > 350+400$ thì sẽ xuất hiện các pha cứng như mactenxi; hoặc bainit và dễ hình thành nứt nguội.

2.4. Xác định nhiệt độ nung nóng sơ bộ T_p .

Đối với thép cacbon trung bình và cao, cũng như thép hợp kim thường phải nung nóng sơ bộ trước khi hàn.

Theo tác giả Seferian [1] thì:

$$T_p = 350 \sqrt{C_E - 0,25} \quad [^{\circ}\text{C}].$$

Chương 3

THIẾT BỊ VÀ CÔNG NGHỆ HÀN

I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ HÀN

1. Thực chất và đặc điểm hàn

Thực chất hàn là phương pháp công nghệ nối hai hoặc nhiều phần tử thành một liên kết vững chắc không tháo rời. Việc nối này được thực hiện bằng nguồn nhiệt (hoặc nhiệt và áp lực) để nung chỗ nối đến trạng thái hàn (trạng thái lỏng hoặc dẻo). Sau đó kim loại kết tinh (ứng với trạng thái lỏng) hoặc dùng áp lực ép (ứng với trạng thái dẻo) để các phần tử liên kết với nhau cho ta mối hàn.

Hàn có các đặc điểm sau:

- Tiết kiệm kim loại. Với cùng loại kết cấu kim loại, nếu so sánh với các phương pháp ghép nối khác, hàn tiết kiệm 10 ÷ 20% khối lượng kim loại.
- Có thể hàn các kim loại khác nhau để tiết kiệm kim loại quý hoặc tạo các kết cấu đặc biệt.
- Mỗi hàn có độ bền cao và bảo đảm độ kín khít. Thông thường mối hàn kim loại được hợp kim hóa sẽ tốt hơn kim loại vật hàn.
- Hàn có năng suất cao, vì có thể giảm được số lượng nguyên công, giảm cường độ lao động, ngoài ra công nghệ hàn còn dễ dàng tự động hóa, cơ khí hóa.

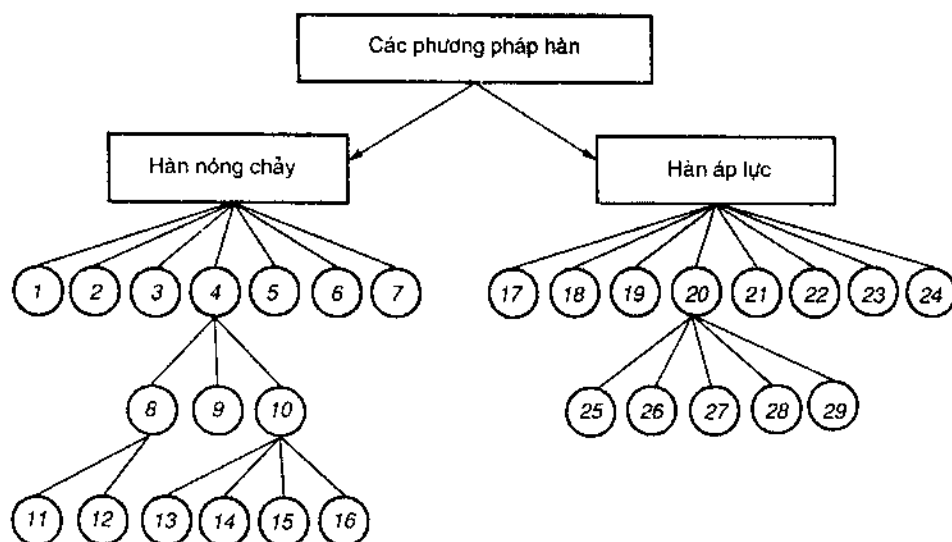
Tuy nhiên hàn còn có nhược điểm. Do nguồn nhiệt nung nóng cục bộ, dễ tạo ứng suất dư lớn. Tổ chức kim loại vùng gần mối hàn bị thay đổi theo chiều hướng xấu đi làm giảm khả năng chịu tải trọng động của mối hàn; mặt khác cũng dễ gây biến dạng các kết cấu hàn. Trong mối hàn cũng dễ bị khuyết tật rỗ, nứt, v.v.

Do có nhiều ưu điểm hơn nên các phương pháp hàn ngày càng được sử

dùng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp như: chế tạo máy, giao thông vận tải, xây dựng, hóa chất, v.v.

2. Phân loại hàn

Ngày nay hàn đã có hàng trăm phương pháp khác nhau. Theo trạng thái hàn có thể chia làm 2 nhóm (hình 3.1).



Hình 3.1. Các phương pháp hàn:

1. hàn lade; 2. hàn hồ quang plasma; 3. hàn chùm tia điện tử; 4. hàn hồ quang điện;
5. hàn điện xỉ; 6. hàn khí; 7. hàn nhiệt nhôm; 8. hàn hồ quang tay; 9. hàn tự động và hàn bán tự động dưới lớp thuốc; 10. hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ; 11. hàn hồ quang tay điện cực nóng chảy; 12. hàn trong môi trường khí heli; 13. hàn trong môi trường khí argon; 14. hàn trong môi trường khí nitơ; 16. hàn trong môi trường khí CO₂; 17. hàn siêu âm; 18. hàn nổ; 19. hàn nguội; 20. hàn điện tiếp xúc; 21. hàn ma sát; 22. hàn khuếch tán trong chân không; 23. hàn cao tần; 24. hàn rèn; 25. hàn giáp mối; 26. hàn điểm; 27. hàn đường; 28. hàn bằng điện cực giả; 29. hàn điểm bằng tự.

2.1 Hàn nóng chảy

Đối với phương pháp hàn nóng chảy yêu cầu nguồn nhiệt có công suất lớn (ngọn lửa oxy - axetylen hồ quang điện, ngọn lửa plasma, v.v.) đảm bảo nung nóng cục bộ phần kim loại ở mép hàn của vật liệu cơ bản và que hàn (vật liệu hàn) tới nhiệt độ chảy.

Khi hàn nóng chảy, các khí xung quanh nguồn nhiệt có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình luyện kim và hình thành mối hàn. Do đó để điều chỉnh

quá trình hàn theo chiều hướng tốt thì phải dùng các biện pháp công nghệ nhất định: dùng thuốc bảo vệ, khí bảo vệ, hàn trong chân không, v.v.

Trong nhóm hàn này, thường gặp các phương pháp hàn khí, hàn hồ quang tay, hàn tự động và bán tự động dưới lớp thuốc, hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ, hàn điện xỉ, hàn plasma, v.v.

2.2. Hàn áp lực

Dạng hàn này thường gặp ở dưới các dạng sau:

+ Hàn dưới tác dụng của nguồn nhiệt và áp lực. Đối với phương pháp này, phạm vi nguồn nhiệt tác động để hàn là rất lớn. Bằng nguồn nhiệt này, ở một số phương pháp hàn, kim loại cơ bản bị nung nóng đến nhiệt độ bắt đầu chảy (như hàn điểm, hàn đường).

Ở một số phương pháp khác, kim loại cơ bản chỉ đạt đến trạng thái dẻo (như hàn tiếp xúc điện trở, hoặc ở công nghệ hàn khuếch tán) kim loại hoàn toàn không chảy, mà sự liên kết hàn xảy ra do khuếch tán ở trạng thái rắn có sự tác dụng của nhiệt và áp lực.

+ Hàn dưới tác dụng của áp lực. Ở phương pháp này sự liên kết hàn chỉ do tác dụng lực mà hoàn toàn không có nguồn nhiệt cung cấp như: hàn nguội, hàn nổ, hàn siêu âm.

Thực chất của các phương pháp hàn khác cho ở bảng 3.1.

Bảng 3.1. Tên và định nghĩa các phương pháp hàn

Tên	Định nghĩa
Hàn	Phương pháp nối các phần tử thành một khối liên kết không thể tháo rời bằng cách nung nóng chỗ nối đến trạng thái chảy hoặc dẻo, sau đó kim loại đông đặc (hoặc chịu tác dụng lực) cho mỗi hàn.
Hàn đắp	Phủ lên trên bề mặt của chi tiết một lớp kim loại.
Hàn chảy	Phương pháp hàn mà trạng thái chỗ hàn kim loại được làm chảy để nối các phần tử liên kết.
Hàn hồ quang bằng que hàn	Sử dụng nhiệt hồ quang để làm chảy kim loại phụ (điện cực nóng chảy - que hàn) và mép hàn kim loại cơ bản.
Hàn hồ quang hồ	Hàn hồ quang với điện cực nóng chảy không có khí bảo vệ hoặc thuốc hàn, khi đó vùng hồ quang nhìn thấy được.
Hàn hồ quang điện cực không nóng chảy	Phương pháp hàn hồ quang, nhưng điện cực là loại không nóng chảy (như điện cực vonfram). Điện cực này dùng để gây hồ quang và duy trì sự cháy của hồ quang trong quá trình hàn.

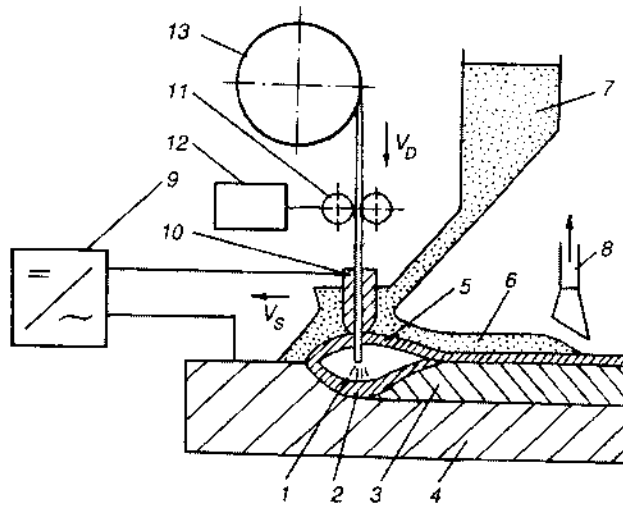
Tiếp bảng 3.1.

Tên	Định nghĩa
Hàn dưới lớp thuốc	Phương pháp hàn hồ quang mà hồ quang cháy trong lớp thuốc hàn (không nhìn thấy hồ quang)
Hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ	Phương pháp hàn hồ quang mà hồ quang cháy trong vùng khí bảo vệ (như khí argon) được đưa vào hồ quang nhìn thấy.
Hàn hồ quang argon	Hàn hồ quang trong vùng khí bảo vệ là argon.
Hàn trong khí CO ₂	Hàn hồ quang trong vùng khí bảo vệ là CO ₂ .
Hàn hồ quang tự động	Hàn hồ quang mà trong đó chuyển động của dây hàn (điện cực) và hồ quang (được duy trì và dịch chuyển) được thực hiện bằng máy.
Hàn hai hồ quang	Phương pháp hàn hồ quang tự động, thực hiện đồng thời hai hồ quang bằng hai nguồn và dòng hàn riêng.
Hàn nhiều hồ quang	Phương pháp hàn hồ quang tự động, thực hiện đồng thời nhiều hồ quang (hơn 2) với nguồn hàn và dòng hàn riêng.
Hàn hai điện cực	Phương pháp hàn hồ quang tự động, thực hiện đồng thời hai điện cực hàn với dòng hàn truyền dẫn chung.
Hàn hồ quang tay	Phương pháp hàn hồ quang có điện cực là que hàn. Trong quá trình hàn các chuyển động như gây hồ quang, dịch chuyển que, dịch chuyển hồ quang theo dọc mối hàn được thực hiện bằng tay.
Hàn hồ quang rung	Hàn hồ quang với điện cực nóng chảy. Điện cực trong quá trình hàn bị rung và làm cho hồ quang cháy gián đoạn.
Hàn điện xỉ	Phương pháp hàn nóng chảy. Để làm nóng chảy dây hàn người ta sử dụng nhiệt của dòng điện lớn đưa vào vùng xỉ chảy lỏng.
Hàn chùm tia điện tử	Phương pháp hàn nóng chảy. Để nung nóng chảy các phần tử hàn người ta sử dụng năng lượng của chùm tia điện tử.
Hàn khí	Phương pháp hàn nóng chảy. Để nung nóng chảy mép hàn của các phần tử liên kết dùng ngọn lửa khí. Ngọn lửa này được tạo nên ở đầu mỏ hàn.
Hàn điện tiếp xúc	Phương pháp hàn áp lực, bằng cách cho một dòng điện lớn đi qua chỗ tiếp xúc, nhiệt sinh ra sẽ nung nóng chỗ tiếp xúc đến trạng thái dẻo, sau đó dùng tác dụng áp lực ép để tạo ra mối hàn.
Hàn tiếp xúc đối đầu	Phương pháp hàn tiếp xúc mà việc nối các phần tử hàn được thực hiện theo bề mặt đầu của chúng
Hàn đối đầu nóng chảy	Phương pháp hàn tiếp xúc đối đầu, mà toàn bộ mặt kim loại các phần tử nối được nung nóng chảy
Hàn đối đầu điện trở	Phương pháp hàn tiếp xúc đối đầu mà sự nung nóng bề mặt đầu của các phần tử hàn không đạt đến trạng thái nóng chảy
Hàn tiếp xúc điểm	Phương pháp hàn tiếp xúc mà liên kết hàn được thực hiện bằng những điểm hàn
Hàn hồ quang bán tự động	Phương pháp hàn hồ quang mà trong đó chỉ có chuyển động dịch chuyển dây hàn được cơ khí hóa
Hàn hồ quang bể	Phương pháp hàn hồ quang có đặc trưng là bể hàn có kích thước lớn, được định hình bởi khuôn đặc biệt.

3. Bản chất một số phương pháp hàn

3.1. Hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc hàn.

Phương pháp hàn này sử dụng hồ quang cháy giữa điện cực (đây hàn) và vật liệu cơ bản, được tạo nên dưới một lớp thuốc hàn chảy lỏng. Ở đây, bể hàn và toàn bộ cột hồ quang được bảo vệ khỏi sự tác động của môi trường không khí. Sơ đồ nguyên lý của phương pháp này được biểu thị trên hình 3.2.



Hình 3.2. Hàn tự động dưới lớp thuốc hàn

1. hồ quang hàn; 2. bể hàn; 3. kim loại hàn; 4. vật liệu cơ bản; 5. xi; 6. thuốc hàn; 7. phễu thuốc; 8. phễu hút thuốc thừa; 9. nguồn hàn; 10. đầu mỏ hàn dẫn điện; 11. con lăn truyền dây; 12. động cơ kéo dây; 13. tang dây hàn.

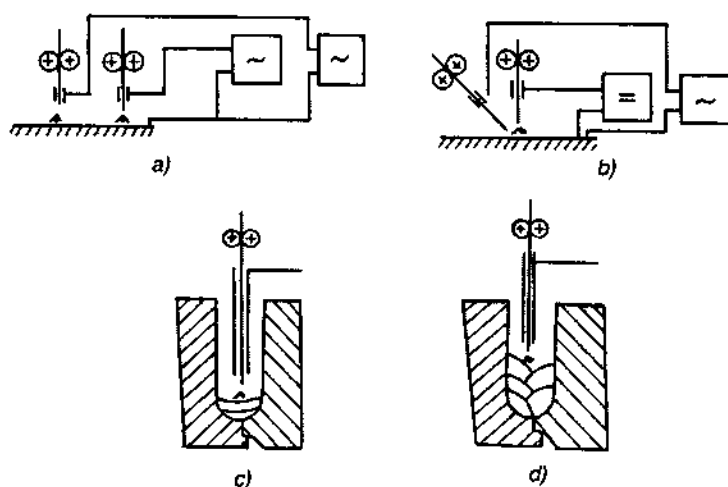
Các đặc trưng của hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc:

- Vị trí hàn: hàn bằng (hàn sấp).
- Chiều dài đường hàn: >1000 mm.
- Vật liệu chi tiết hàn: tất cả các loại thép kết cấu, thép hợp kim cao; hợp kim của niken; đồng; nhôm...
- Chiều dày tấm hàn: $(3 \div 100)$ mm và lớn hơn.
- Dòng hàn: $(200 \div 2000)$ A.
- Điện thế hồ quang: $(20 \div 50)$ V.
- Tốc độ hàn: $(15 \div 200)$ m/h.
- Loại dòng hàn: một chiều và xoay chiều.

- Đường kính dây hàn: $(2 \div 8)$ mm.

Hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc cho năng suất cao gấp $2 \div 5$ lần so với hàn hồ quang tay; điều kiện lao động tốt; chất lượng hàn cao. Tuy nhiên chất lượng đó phụ thuộc vào sự lựa chọn chế độ hàn, độ chính xác của chi tiết chuẩn bị trước khi hàn và các yếu tố khác.

Hướng phát triển để nâng cao năng suất hàn và chất lượng hàn của hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc được biểu thị trên hình 3.3.



Hình 3.3. a) hàn nhiều đầu hàn

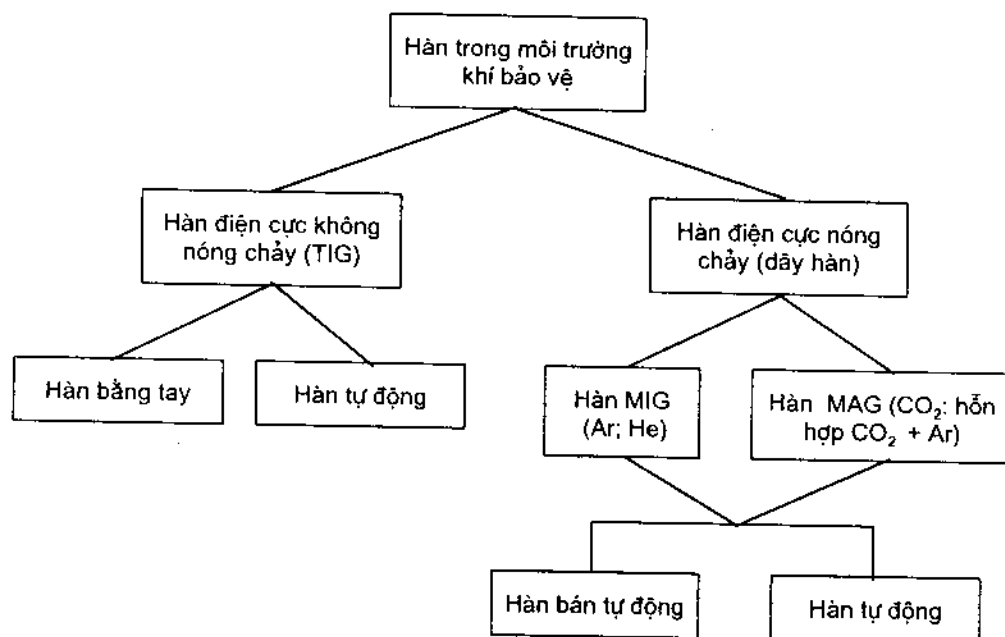
b) hàn với nhiều dây hàn; c) hàn với mép hàn hẹp, hồ quang ở giữa mép hàn;
d) hàn với mép hàn hẹp, hồ quang dao động.

3.2. Hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ

Hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ là phương pháp thích ứng với mọi kết cấu hàn, cho năng suất và chất lượng hàn cao. Phương pháp công nghệ này có thể phân loại thành các phương pháp như hình 3.4.

Ở các phương pháp này, bể hàn được bảo vệ khỏi sự tác dụng của môi trường bên ngoài (chủ yếu là của oxy và nitơ). Môi trường bảo vệ có thể là khí hoạt tính hoặc khí trơ. Môi trường khí trơ không có phản ứng hóa học với bể hàn. Môi trường khí hoạt tính có phản ứng hóa học với bể hàn; những tác động xấu đó lại được khắc phục bằng thành phần hóa học thích

hợp của vật liệu hàn (dây hàn).



Hình 3.4. Phân loại hàn trong môi trường khí bảo vệ

Bảng 3.2. Khí bảo vệ dùng cho hàn TIG; MIG, MAG

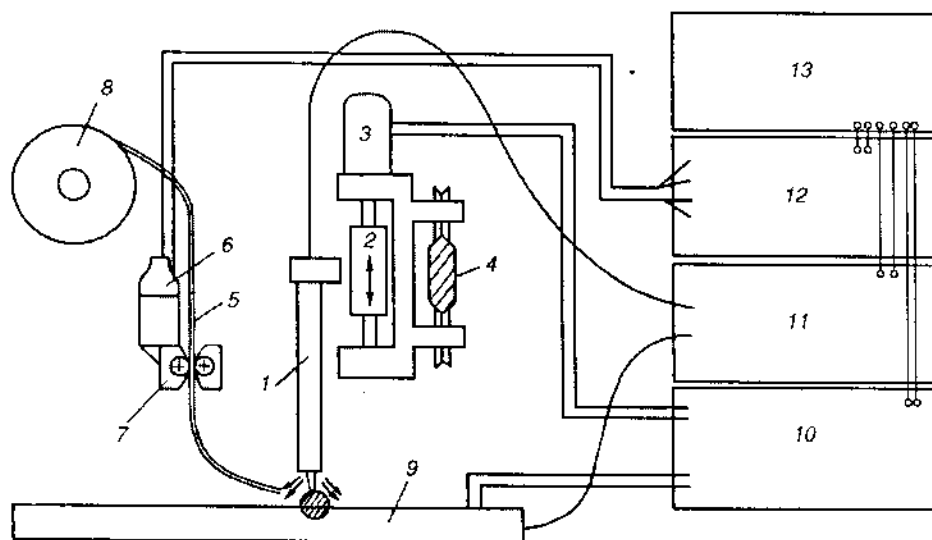
Loại khí và hỗn hợp khí	Phạm vi sử dụng
Ar CO ₂ Ar + 0,5% O ₂	Hàn TIG; MIG, hàn kim loại màu, thép hợp kim cao MAG, hàn thép cacbon thấp. Hàn nhôm và hợp kim của nhôm.
Ar + 1,0% O ₂ Ar + 3,0% O ₂ Ar + 5,0% O ₂ Ar + (15 + 20)% CO ₂	Hàn thép không gỉ; thép chịu nhiệt, đồng và thép hợp kim thấp, thép cacbon cao...
Ar + (15 + 10)% H ₂ Ar + 0,2 N ₂ Ar + (5 + 7)% H ₂	Hàn thép hợp kim cao; hàn tự động. Hàn hợp kim nhôm, không chứa mangan. Hàn plasma đồng, niken và thép hợp kim cao.

a) Hàn trong môi trường khí trơ với điện cực vonfram (TIG)

Phương pháp hàn này ký hiệu là TIG (Tungsten Inert Gas). Phương

pháp hàn TIG là phương pháp hàn vạm năng: có thể hàn bằng tay hoặc hàn tự động cũng như hàn đắp. Công nghệ này phù hợp cho hàn nhôm và hợp kim nhôm, thép không gỉ, thép hợp kim cao, gang, đồng.

Hình 3.5 là sơ đồ hàn tự động TIG, ở đây bể hàn được bảo vệ bởi môi trường argon, khí này bao quanh điện cực wolfram. Hồ quang được cháy giữa điện cực wolfram và vật liệu cơ sở; chiều dài hồ quang được điều chỉnh qua điện thế hồ quang. Vật liệu bổ sung được cơ cấu cơ khí dịch chuyển vào vùng hồ quang.



Hình 3.5. Sơ đồ hàn tự động TIG

- 1- đầu mỏ hàn; 2- cơ cấu điều chỉnh chiều dài hồ quang (chuyển động bằng cơ khí);
 3- motor; 4- bàn dịch chuyển dọc; 5- vật liệu bổ sung; 6- motor đưa dây hàn;
 7- đầu dẫn dây hàn; 8- tang cuộn dây; 9- vật liệu cơ sở; 10- bộ phận điều chỉnh điện thế hồ quang; 11- bộ phận điều hành dòng hàn; 12- bộ phận điều chỉnh tốc độ dây,
 13- nguồn hàn (chương trình hàn.)

Hàn TIG được dùng nhiều để hàn các kết cấu nhà máy điện nguyên tử; làm máy bay; thiết bị vũ trụ ... Trong dạng sản xuất loạt nhỏ, trong lắp ráp thường dùng hàn TIG bằng tay; khi đó vật liệu bổ sung (que hàn hoặc các thanh kim loại) được đưa vào hồ quang bằng tay.

Đặc trưng của hàn TIG:

- Vị trí hàn: mọi vị trí hàn.
- Chiều dày tấm hàn: (0,5÷10) mm.

- Loại vật liệu chi tiết hàn: tất cả các loại thép; thép hợp kim; gang; niken (Ni); đồng (Cu); nhôm (Al); titan (Ti); bạc (Ag); zircon (Zr).

- Dòng hàn: $(10 \div 400)$ A.

- Loại nguồn hàn: dòng xoay chiều dùng hàn nhôm và hợp kim nhôm. Dòng một chiều dùng hàn các vật liệu còn lại (điện cực nối âm cực).

- Đường kính dây: $(1 \div 8)$ mm.

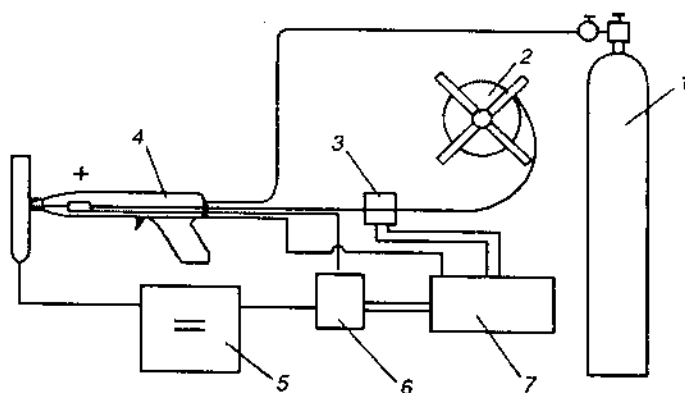
- Làm nguội mỏ hàn: dòng 150 A làm nguội bằng khí, trên 150 A làm nguội bằng nước.

- Đặc tính của nguồn hàn: dốc giảm dần.

- Khí bảo vệ: khí Ar; He và hợp kim của chúng.

b) Hàn trong môi trường khí bảo vệ với điện cực nóng chảy (MIG; MAG)

Phương pháp công nghệ hàn này được gọi là MAG (Metal Activ Gas) khi sử dụng khí hoạt tính CO_2 hoặc hỗn hợp khí; gọi là MIG (Metal Inert Gas) khi sử dụng khí trơ (Ar, He). Các phương pháp này đều có hồ quang cháy giữa dây hàn và vật liệu chi tiết hàn (hình 3.6).



Hình 3.6. Hàn MIG

1. chai khí bảo vệ; 2. tang cuộn dây; 3. hệ dẫn dây hàn; 4. đầu hàn (súng hàn);
5. nguồn hàn một chiều; 6. bộ phận điều chỉnh điện thế hồ quang; 7. bộ phận điều chỉnh dòng khí bảo vệ hoặc bộ phận điều chỉnh tốc độ dây.

Đặc tính của hàn MIG, MAG:

- Vị trí hàn: hàn mọi vị trí.

- Chiều dày hàn: $(0,8 \div 40)$ mm.

- Loại vật liệu chi tiết:
- + Cho hàn MAG là thép cacbon; thép hợp kim thấp;
- + Cho hàn MIG là thép hợp kim cao, nhôm (Al); niken (Ni); đồng (Cu).
- Dòng hàn: $(100 \div 400)$ A.
- Loại dòng hàn: dòng một chiều (điện cực nối vào cực dương).
- Đường kính dây hàn: $(0,8 \div 2,6)$ mm.

3.3. Hàn hồ quang plazma

a) Nguồn nhiệt plazma

Plazma là một khái niệm vật lý về một trạng thái đặc biệt của khí được đưa ra vào năm 1923. Trong trạng thái này, các khí sẽ trở nên dẫn điện do kết quả sự ion hóa của các nguyên tử khí. Do đó nó được biểu thị tương ứng với trạng thái thứ tư của vật chất.

Để đưa đến trạng thái ion hóa của các khí, cần phải có một nguồn năng lượng thích hợp nhất đó là nhiệt của hồ quang điện.

Bởi vậy có thể coi plazma là một dạng hồ quang đặc biệt mà nhiệt độ của nó được nâng cao rất nhiều. Trong kỹ thuật người ta gọi là hồ quang khuếch đại (tăng cường). Với hồ quang plazma sẽ đáp ứng được các mục đích kỹ thuật, đặc biệt trong hàn và cắt kim loại.

Nhiệt độ của plazma phụ thuộc vào khí đưa vào vùng trạng thái plazma. Các khí này có các tính chất vật lý khác nhau, và điện thế ion hóa khác nhau.

Hiện nay người ta dùng các loại khí sau:

- Khí hydro → plazma hydro → đạt được nhiệt độ 8000°K.
- Khí nitơ → plazma nitơ → đạt được nhiệt độ 7500°K.
- Khí argon → plazma argon → đạt được nhiệt độ 15.000°K.
- Khí hêli → plazma hêli → đạt được nhiệt độ 20.000°K.

Điện thế ion hóa của nguyên tử và phân tử các khí được cho trong bảng 3.3.

Bảng 3.3. Điện thế ion hóa của một số khí

Khí	Điện thế ion (eV)	
He	24,6	54,4
Ne	21,6	41,0
Ar	15,7	27,6
Xe	12,1	21,2
H	13,6	
N	14,5	29,6
O	13,6	35,1

Mật khác để phân ly một phân tử khí cũng cần phải có điện thế đủ lớn.

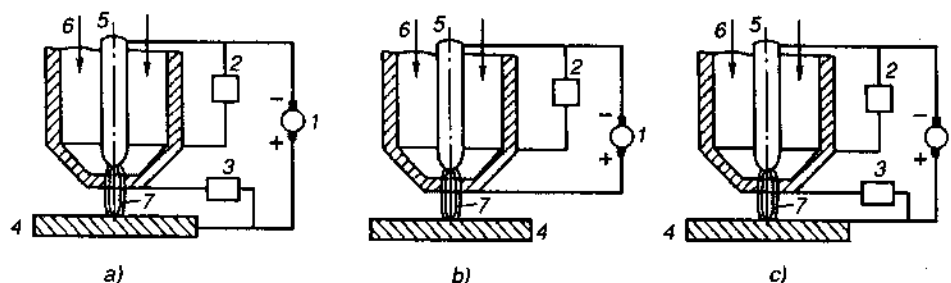
Điện thế để phân ly phân tử H_2 , O_2 , N_2 , CO_2 , H_2O cho trong bảng 3.4.

Bảng 3.4. Điện thế phân ly các phân tử khí

Phân tử khí	H_2	O_2	N_2	CO_2	H_2O
Điện thế phân ly (eV)	4,46	5,11	9,76	9,6	5,00

Khi sự ion hóa thực hiện hoàn toàn sẽ đạt được nhiệt độ cao đến 100.000 "K, mật khác khi xảy ra sự va chạm mạnh của các phân tử khí thì nhiệt độ có thể đạt đến 10.000.000"K lúc đó người ta gọi là phản ứng hạt nhân.

Hồ quang plasma có thể tạo nên bằng phương pháp trực tiếp, gián tiếp hoặc hỗn hợp (hình 3.7). Tạo hồ quang plasma gián tiếp thường dùng cho trường hợp vật liệu chi tiết hàn không dẫn điện hoặc cho các kết cấu có chiều dày mỏng.



Hình 3.7. Nguyên lý tạo plasma

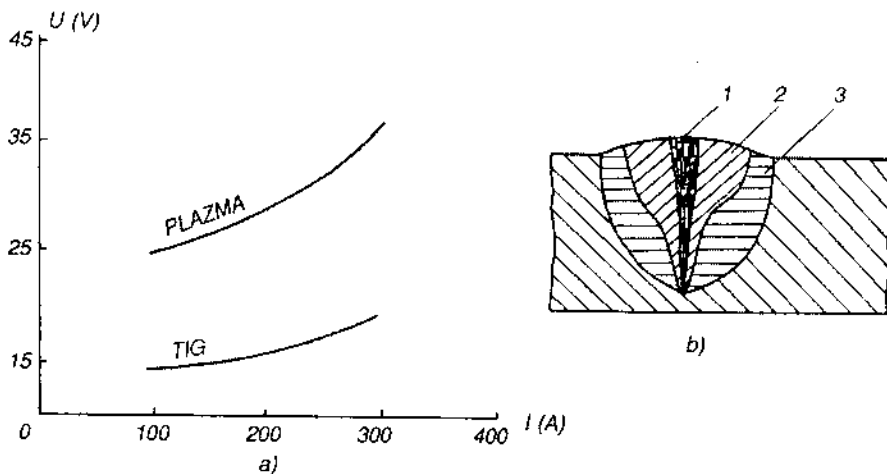
a) plasma trực tiếp; b) plasma gián tiếp; c) plasma hỗn hợp.

1. nguồn hàn; 2. nguồn tần số cao; 3. biến trở hồ quang; 4. chi tiết hàn;

5. điện cực volfram; 6. khí plasma; 7. plasma.

Khi hàn hồ quang plasma cần phải bảo đảm sự cháy ổn định của plasma, do vậy cần bảo đảm tốc độ, lưu lượng dòng khí plasma phải ổn định để ở bể hàn không xảy ra bắn tóe.

Sự khác nhau giữa hàn plasma với hàn TIG là: trong hàn plasma người ta sử dụng mỏ hàn với điện cực (catôt) có đường kính lỗ rất nhỏ, vì vậy hồ quang plasma sẽ rất hẹp và tạo sự tập trung năng lượng nhiệt trên một diện tích bề mặt hàn tương đối nhỏ. Với sự tập trung cao nhiệt lượng và nhiệt độ của plasma bảo đảm cho sự cháy ngấu của vật liệu cơ bản và tạo hình dáng tiết diện hàn hẹp, vùng ảnh hưởng nhiệt nhỏ (hình 3.8).



Hình 3.8. Quan hệ giữa điện thế và dòng điện

- a) Quan hệ phụ thuộc U và I của hồ quang TIG và plasma ;
 b) Vùng ảnh hưởng nhiệt và vùng hàn của các phương pháp hàn :
 1- hàn chùm tia điện tử; 2- hồ quang plasma; 3- TIG.

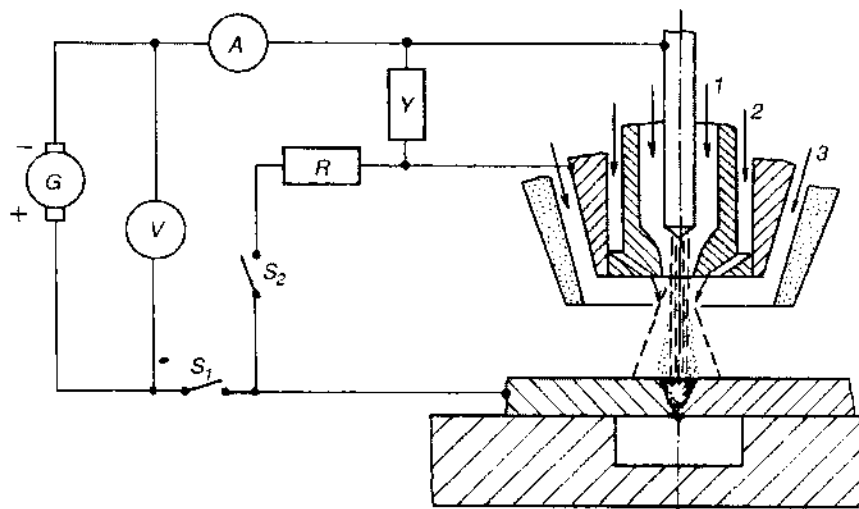
Bộ phận quan trọng của trang thiết bị hàn plasma là mỏ hàn (hình 3.9). Mỏ hàn này phải đảm bảo các nhiệm vụ sau:

- Dẫn điện cho điện cực (điện cực W, W-thuốc hàn).
- Dẫn khí bảo vệ, khí plasma.
- Hình thành hồ quang plasma.
- Hướng hồ quang plasma tới vị trí hàn.
- Bảo đảm vị trí chính xác của các điện cực (đồng tâm với cực catôt).

Mỏ hàn phải được làm mát bằng nước và cực catôt phải được cách điện

khỏi các bộ phận của mỏ hàn.

Trong hàn plasma chỉ khoảng 10÷30% phần khí plasma tham gia tạo trạng thái plasma, khí còn lại vẫn tồn tại ổn định. Các khí hoặc hỗn hợp khí thường dùng cho hàn plasma là Ar; Ar + H₂ hoặc Ar + He. Sự tiêu hao các khí thường như sau: khí plasma từ 0,5÷7 lít/ phút; khí bảo vệ 2÷6 lít/ phút và khí định hình plasma từ 3÷12 lít/phút.



Hình 3.9. Nguyên lý mỏ hàn plasma

1- khí tạo plasma; 2- khí định hình plasma; 3- khí bảo vệ.
G- nguồn hàn; V- Điện thế; A- Dòng hàn; Y- Điện thế hồ quang;
R- Biến trở; S₁, S₂- Tiếp điểm

b) Đặc tính của dòng plasma

Hạt nhân của dòng plasma phát quang rõ nét với vật liệu cơ bản, chúng có kích thước nhỏ hơn so với kích thước lỗ mỏ hàn. Chiều dài của dòng plasma được xác định theo công suất của hồ quang, của kích thước mỏ phun và sự tiêu hao khí plasma.

Nhiệt độ của hồ quang plasma và của dòng plasma phân bố khác nhau theo đường kính và chiều dài (hình 3.10). Nhiệt độ cao nhất đạt được ở tâm của dòng plasma và ở gần vị trí catốt nhiệt độ của khí đạt tới 24.000÷32.000 °K.

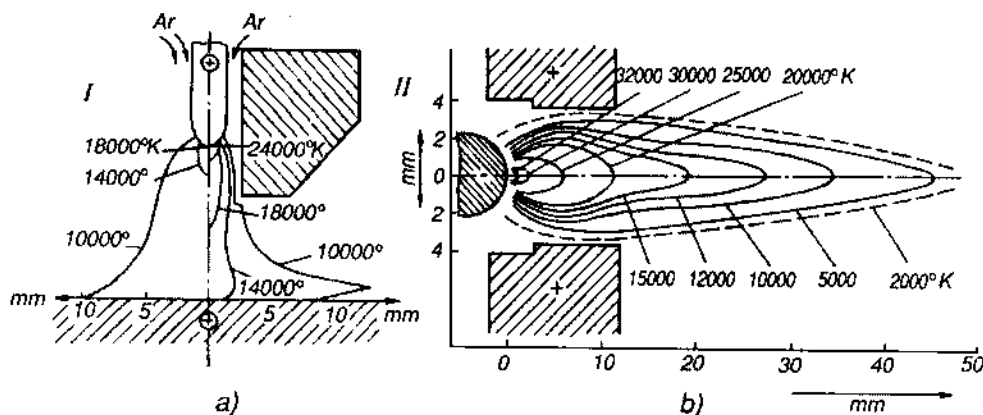
Thực tế người ta thường xác định nhiệt độ trung bình tại tiết diện mỏ phun của dòng plasma theo entalpi của khí tạo plasma (H):

$$H = \frac{q}{G}$$

ở đây:

q - công suất hữu ích của dòng plazma tại tiết diện mỏ phun [cal/s].

G- tiêu hao khí tạo plazma [g/s].



Hình 3.10. Sự phân bố nhiệt độ của dòng plazma:

a) trong hồ quang plazma:

I. Sự phóng hồ quang không có dòng khí plazma trong hàn hồ quang argon với dòng hàn 200A, điện thế hồ quang 14,5 V;

II. Sự phóng hồ quang trong khe của ngọn lửa plazma và argon chạy qua giữa điện cực wolfram (anôt) và tấm đồng (catôt) với đường kính rãnh 4,9 mm, tiêu hao khí argon là 1,08m³/h; dòng hàn 200A, điện thế hồ quang 29V;

b) dòng plazma

Nhiệt độ trung bình thông thường của dòng plazma (T) và công suất của dòng plazma (q) tại mặt cắt của vòi phun có thể xác định theo công thức sau:

$$T = \frac{0,24EI}{\pi d_c \alpha_k} \left[1 - \exp \left(- \frac{\pi d_c \alpha_k I}{C_p G} \right) \right]$$

$$q = C_p GT$$

ở đây:

I - cường độ dòng điện [A].

E - gradien điện thế hồ quang [V/cm].

d_c - đường kính vòi phun [cm].

α_k - hệ số dẫn nhiệt [cal/cm².s.°C].

l - chiều dài hồ quang [cm].

C_p - nhiệt dung của khí [cal/g.°C].

G - lượng tiêu hao khí [g/s].

3.4. Hàn điện xỉ

a) Khái niệm

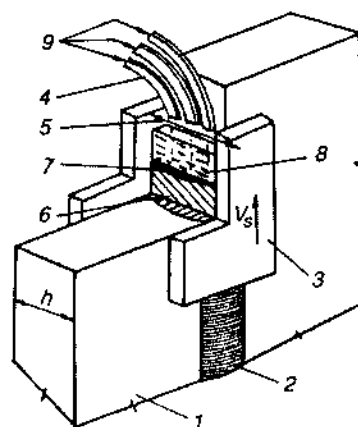
Công nghệ hàn điện xỉ là phát minh của các nhà khoa học thuộc Viện Hàn mang tên E. O. Pantan ở thành phố Kiep của nước cộng hòa Ukraina (Liên Xô trước đây).

Hàn điện xỉ rất phù hợp với hàn nối các tấm vật liệu có chiều dày lớn (>50 mm). Với các tấm dày như vậy, đối với công nghệ hàn điện hồ quang tay, bán tự động, tự động đều phải vát mép mối hàn trước khi hàn dạng chữ U hoặc UU (ở hai phía) nhưng quá trình hàn vẫn gặp nhiều khó khăn và năng suất thấp. Với tấm hàn dày 200mm khi phải vát mép chữ UU, khi hàn hồ quang tay phải hàn khoảng 110 lớp hàn và hàn tự động dưới lớp thuốc phải hàn 72 lớp; nhưng nếu hàn điện xỉ thì chỉ phải hàn một lớp và không cần vát mép hàn mà chỉ cần để một khoảng cách giữa hai tấm hàn từ 25÷35 mm.

Sơ đồ nguyên lý của hàn điện xỉ được biểu thị trên hình 3.11.

Bản chất của phương pháp hàn điện xỉ là dùng nguồn nhiệt của bể xỉ hàn nóng chảy để cung cấp nhiệt cho quá trình hàn.

Các dây hàn ở đây thường có dạng tấm; có thể dùng một hoặc nhiều dây hàn một lúc, tùy theo



Hình 3.11. Nguyên lý hàn điện xỉ

1- vật liệu chi tiết hàn; 2- mối hàn đã hình thành;
3- tấm đồng lót định hình; 4- đầu dẫn dây hàn tự động;
5- kẹp lót; 6- kim loại hàn kết tinh; 7- bể hàn kim loại lỏng; 8- bể xỉ lỏng; 9- dây hàn;
 V_s - tốc độ hàn; h- chiều rộng bể hàn

chiều dày cơ bản, tức là tùy theo lượng kim loại cần cung cấp cho mỗi hàn.

Bể xỉ hàn có nhiệm vụ bảo vệ mối hàn khỏi bị tác động của môi trường và cung cấp nhiệt cho kim loại nóng chảy.

Trong quá trình hàn, tấm đồng lót (con trượt) sẽ chuyển động dần từ dưới lên trên theo tốc độ đông đặc của kim loại hàn.

b) Nguyên lý sinh nhiệt và sự phân bố nhiệt.

Khi dòng điện hàn chạy qua bể xỉ lỏng sẽ tạo ra một năng lượng nhiệt lớn $Q = I^2 R t$.

Nếu tốc độ nóng chảy của dây bằng tốc độ cung cấp dây hàn thì khoảng cách giữa đầu dây hàn và kim loại lỏng sẽ không đổi trong suốt quá trình hàn.

Nhiệt cần thiết cho sự nóng chảy dây hàn và kim loại cơ bản xuất hiện khi dòng hàn chạy qua bể xỉ lỏng có tính dẫn điện nhỏ. Khi đó nguồn nhiệt lớn được tạo ra và nung nóng các thành phần (dây, xỉ) tới nhiệt độ $1800 \div 2000^\circ\text{C}$. Trong quá trình hình thành nhiệt này không xuất hiện hồ quang. Từ bể xỉ dòng hàn được chuyển từ dây hàn vào kim loại cơ bản. Với một chế độ hàn ổn định (điện thế hàn, cường độ dòng hàn) thì điện trở toàn phần của bể hàn sẽ định một lượng nhiệt xuất hiện trong một đơn vị thời gian.

Người ta có thể tính được nhiệt lượng cung cấp cho quá trình hàn phụ thuộc vào điện trở bể xỉ lỏng. Điện trở này phụ thuộc vào đường kính dây hàn, khoảng cách các dây hàn bị nhúng vào bể hàn và một số điều kiện công nghệ khác.

Điện trở này có thể tính theo công thức:

$$R = - \frac{P_x}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{d} - 1 \right) \cdot \epsilon \cdot m$$

trong đó:

P_x - điện trở suất của xỉ ở nhiệt độ trung bình của bể hàn (Ωcm).

L - chiều dài điện cực trong bể xỉ (cm).

d - đường kính điện cực (mm).

ϵ - hệ số tính đến sự thay đổi của điện trở phụ thuộc vào a :

$$\epsilon = 1 - e^{-23(H_x - 1)}, \text{ trong đó } H_x = L + a$$

a- khoảng cách từ đầu dây hàn và kim loại lỏng.

m - hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào L.

Công suất nhiệt của nguồn điện khi hàn điện xỉ, có nghĩa là lượng nhiệt xuất hiện trong công nghệ hàn này, có thể biểu thị bằng biểu thức:

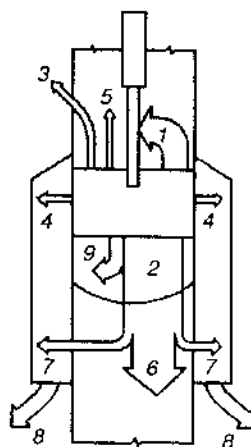
$$P = UI \text{ [KJ.s}^{-1}\text{; W]}$$

ở đây:

U - điện thế hàn [V].

I- cường độ dòng hàn [A].

Nguồn nhiệt xuất hiện trong bể xỉ hàn không chỉ cung cấp cho dây hàn và kim loại cơ bản mà còn truyền vào các thành phần khác (hình 3.12).



Hình 3.12. Sự phân bố nhiệt trong hàn điện xỉ

1. nhiệt cấp cho sự làm chảy kim loại dây hàn (23,6%); 2. nhiệt truyền vào xỉ tiết hàn (58,1%); 3. nhiệt qua bề xỉ để nung nóng bề mặt xỉ tiết hàn (1,3%); 4. nhiệt mất mát từ bề xỉ vào đệm đồng (2,6%); 5. mất mát nhiệt vào môi trường (1,2%); 6. nhiệt cần để làm chảy vật liệu cơ sở (47,8%); 8. mất mát nhiệt tổng cộng trên đệm đồng (7,8%); 9. nhiệt cần để nung nóng bể hàn (10,5%).

II THIẾT BỊ VÀ CÔNG NGHỆ HÀN ĐIỆN

A. THIẾT BỊ HÀN ĐIỆN

1. Yêu cầu cơ bản đối với nguồn điện hồ quang

Hồ quang hàn do nguồn điện tạo nên; những nguồn này là các máy biến thế, máy phát hàn hoặc các máy chỉnh lưu hàn. Chế độ cháy của hồ quang được đặc trưng bởi cường độ dòng điện hàn (I_h), điện áp hồ quang (U_{hq}) và chiều dài hồ quang (l_{hq}).

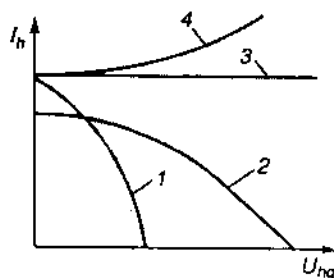
Sự ổn định của hồ quang và chế độ hàn phụ thuộc vào điều kiện phóng điện của hồ quang, tính chất và các thông số của nguồn điện hàn và lưới điện. Sự phụ thuộc của điện áp trên hai đầu ra của nguồn điện hàn vào cường độ dòng điện được gọi là đặc tính ngoài của nguồn điện hàn.

Người ta phân biệt một số đặc tính ngoài sau đây: đường đặc tính dốc,

thoải, cứng và tăng (hình 3.13). Tùy theo các phương pháp hàn mà ta chọn các nguồn có đặc tính ngoài khác nhau.

Khi hàn tay, chiều dài hồ quang thường thay đổi nhiều, vì vậy khi hàn tay người ta sử dụng các nguồn có đặc tính dốc. Điều này cho phép người thợ hàn thay đổi chiều dài hồ quang mà không sợ hồ quang tắt hoặc tăng quá mức dòng điện hàn.

Khi hàn tự động và bán tự động, dây hàn đi xuống vũng hàn với tốc độ bằng tốc độ nóng chảy của dây. Khi đột ngột giảm chiều dài hồ quang, dòng điện hàn sẽ tăng và dây hàn sẽ nóng chảy nhanh hơn. Kết quả là chiều dài hồ quang sẽ tăng và trở về với chiều dài ban đầu. Quá trình tương tự sẽ xảy ra khi tăng chiều dài hồ quang. Hiện tượng trên đây gọi là hiện tượng tự điều chỉnh của hồ quang. Đối với hệ tự điều chỉnh, người ta sử dụng nguồn hàn có đặc tính cứng hoặc hơi dốc.



Hình 3.13. Đặc tính ngoài của nguồn hàn hồ quang

1- đặc tính dốc; 2- đặc tính thoải;
3- đặc tính cứng; 4- đặc tính tăng.

Sự làm việc của các máy hàn tự động, bán tự động và các đầu hàn có tốc độ dây không đổi dựa trên nguyên lý tự điều chỉnh.

Các nguồn điện hàn hồ quang phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Điện áp không tải (điện áp trên hai đầu ra của nguồn khi mạch hàn hở) phải đủ lớn để gây hồ quang, nhưng không vượt quá giá trị an toàn đối với người thợ hàn (không quá 80 V).
- Công suất của nguồn điện hàn cần phải đủ để cung cấp một dòng điện hàn đủ duy trì hồ quang.
- Nguồn điện hàn phải có cơ cấu điều chỉnh dòng hàn một cách vô cấp trong giới hạn cần thiết.
- Nguồn hàn cần gọn nhẹ, giá rẻ và dễ sử dụng.

2. Đặc tính động và chế độ làm việc của nguồn điện hàn

Đặc tính động của nguồn điện hàn là khoảng thời gian cần thiết để nguồn điện hàn lập lại điện áp từ giá trị bằng không khi ngắt mạch đến giá

trị điện áp khi làm việc. Thời gian này không được vượt quá 0,05 giây.

Nguồn điện hàn có đặc tính động tốt sẽ giảm sự bắn tóe và tăng chất lượng mối hàn.

Chế độ hàn mang tính ngắt quãng của nguồn điện hàn được đặc trưng bởi khoảng thời gian làm việc PR và thời gian đóng máy PV.

PR đặc trưng cho hàn hồ quang tay, cho cả hàn tự động và bán tự động bằng nguồn điện một chiều. Trong đó thời gian hàn và thời gian máy làm việc không tải xen kẽ nhau:

$$PR = \frac{t_h}{t_h + t_{kt}} \cdot 100\%$$

trong đó:

t_h - thời gian hàn.

t_{kt} - thời gian máy chạy không tải.

PV đặc trưng cho hàn tự động và hàn bán tự động bằng nguồn điện xoay chiều.

Trong đó nguồn điện hàn được ngắt khỏi lưới điện:

$$PV = \frac{t_h}{t_h + t_{ng}} \cdot 100\%$$

trong đó: t_{ng} - thời gian ngắt khỏi lưới của nguồn điện hàn.

3. Thiết bị hàn hồ quang tay

Trong công nghiệp, đặc biệt trong các nhà máy sửa chữa, trong xây dựng, người ta sử dụng rộng rãi các máy hàn hồ quang tay. Bảng 3.5 trình bày đặc tính kỹ thuật của các máy biến thế hồ quang xách tay dùng trong lắp máy.

4. Các thiết bị hàn điện khác

Ngoài các biến thế hàn tay, trong sản xuất còn dùng nhiều loại máy hàn khác có năng suất cao, bảo đảm các yêu cầu công nghệ hàn các kết cấu kim loại như máy tự động, bán tự động, máy hàn điện tiếp xúc, v.v...

Từ bảng 3.5 đến bảng 3.27 trình bày đặc tính kỹ thuật của một số loại máy hàn điện của nước ngoài và các máy hàn hồ quang của Việt Nam bảng 3.17b.

Bảng 3.5. Đặc tính kỹ thuật các máy biến thế hàn xách tay dùng để lắp máy

Các thông số	Các loại máy biến áp				
	TCP-I	TCP-2	TĐП- I	TCM-250	TCM-500
Dòng định mức (A)	160	360	160	250	500
Điện áp lưới (V)	220 hoặc 380	220 hoặc 380	220 hoặc 380	380	380
Điện áp không tải	65- 70	62	65- 75	60	68
Hệ số PR (%)	20	20	20	20	40
Công suất máy (kW)	12	11,8	4,2	6,2	
Giới hạn điều chỉnh dòng (A)	100- 180	90- 300	55- 175	92-250	60- 700
Kích thước máy (mm):					
- Dài	225	500	450	370	650
- Rộng	435	360	320	400	560
- Cao	470	595	550	450	580
Khối lượng (kg)	35	65	40	38	130

Bảng 3.6. Đặc tính kỹ thuật của các máy biến thế hàn

Loại biến thế	Dòng hàn định mức (A)	Hệ số PR (ПР) (%)	Giới hạn dòng điện (A)	Điện áp hàn (V)	Điện áp không tải (V)	Công suất (kW)	Hiệu suất	Hệ số công suất	Khối lượng (kg)
TCD-500-1	500	60	200-600	45	80	48,5	0,87	0,55	450
TCD-1000-4	1000	60	400-1200	42	69 và 78	76,0	0,90	0,62	534
TC-300	300	60	110-385	30	59,5-62,0	23,5	0,85	0,51	180
TC-500	500	60	160-650	30	55,5-59,5	37,0	0,86	0,53	245
TĐ-300	300	60	60-400	30	61-79	19,4	0,86	0,51	137
TĐ-500	500	60	85-700	30	60-76	32,0	0,87	0,53	210
TĐ-306	300	60	90-300	30	70	19,4	0,87	0,60	55
TĐФ-1001	1000	100	400-1200	44	68-71	82,0	0,87	-	740
TĐФ-1601	1600	100	600-1800	60	95-105	182,0	0,88	-	1000

Bảng 3.7. Đặc tính kỹ thuật các máy chỉnh lưu hàn

Loại máy	Dòng hàn định mức (A)	Hệ số PR (ΠΡ) (%)	Giới hạn dòng hàn (A)	Điện áp hàn (V)	Giới hạn điều chỉnh điện áp (V)	Điện áp không tải (V)	Hiệu suất	Khối lượng (kg)
ВД-502	500	60	50-500	40	-	80	-	400
ВД-301	300	60	45-300	32	-	65-68	0,70	230
ВКС-500	500	60	90-500	40	-	78	0,75	385
ВС-300	270	100	30-300	30	20-40	-	0,715	250
ВДГ--301	300	60	40-300	30	15-32	-	0,72	210
ВДГ--500	500	60	100-500	40	-	-	-	370
ВС-600	500	60	100-500	16-41	16-41	21-53	0,75	350
ВДУ-504	500	60	100-500	30	24 – 45 18 – 50	-	0,88	400
ВКСМ-1000-1	1000	100	Đến 6 cấp dòng 300	60	-	70	0,88	5506
ВДМ-1601	1601	100	Đến 9 cấp dòng 300	60	-	68	0,88	7509

Bảng 3.8. Đặc tính kỹ thuật các máy hàn một chiều

Loại máy	Dòng hàn định mức (A)	Hệ số PR (ΠΡ) (%)	Giới hạn dòng hàn (A)	Điện áp hàn (V)	Giới hạn điều chỉnh điện áp hàn (V)	Hiệu suất	Công suất động cơ (kW)	Khối lượng (kg)
ΠСО-300-2	300	65	65-340	30	-	0,52	14	435
ΠСО-500	500	65	120-500	40	-	0,54	28	540
ΠСО-315М	315	65	100-315	30	-	-	17	373
ΠСГ -500-1	500	60	60-500	40	15-40	0,65	31	500
ΠСУ-500-2	500	60	60-500 120-500	30	16-40	0,59	30	545

Bảng 3.9. Đặc tính kỹ thuật máy phát hàn

Các thông số	АДБ-306	АДБ-309	АДД-303	АДД-305
Dòng hàn định mức khi PR (ПР) 60% [A]	300	315	300	315
Giới hạn điều chỉnh dòng hàn [A]	100-300	150-350	100-300	60-350
Điện áp hàn (V)	32	32	32	32
Công suất (kW)	22,1	22,1	29,5	29,5
Tốc độ quay (vòng/ph)	2000	2000	1600	1600
Kích thước (mm): - dài	1915	1890	1915	1915
- rộng	895	880	895	895
- cao	1265	1200	1200	1140
Khối lượng (kg)	640	750	900	900

Bảng 3.10. Đặc tính kỹ thuật máy hàn bán tự động

Loại máy	Môi trường bảo vệ	Đường kính điện cực (mm)	I _h khi PR=60 % (A)	Tốc độ dây V _d (m/h)	Loại nguồn hàn	Chiều dài dây mềm (m)
A547P	Khí CO ₂	0,8-1	đến 200	100-340	BC-300	1,5 và 2,5
A-1230M	Khí CO ₂	0,8-1,2	đến 315	140-670	BC-300	3,0
ПДГ-301-1	Khí CO ₂	0,8-1,4	đến 300	180-720	ПСГ-500	3,0
ПДГ-304-1	Khí CO ₂	0,8-1,2	đến 300	180-720	ВДГ-301	3,0
A-825M	Khí CO ₂	0,8-2,0	đến 250	180-720	ВДГ-301	3,0
ПДПГ-500-1	Khí CO ₂	1,0-1,2	đến 300	120-620	BC-300	3,1
A1035M	Khí CO ₂	0,8-2,0	đến 500	150-720	ПСГ-500	3,5
	Khí CO ₂ hoặc thuốc hàn	1,6-3,0	đến 450	58-582	ПСГ-500	3,5
A-1197П	Khí CO ₂ hoặc thuốc hàn	1,6-3,0	đến 500	90-900	ВДУ-503	3,5
A1197C	Khí CO ₂ hoặc thuốc hàn	1,6-3,0	đến 500	92-920	ВДУ-504	3,0
A-1197П	Không có khí bảo vệ	1,6-2,0	đến 450	58-580	ПСГ-500	3,5
A-1114M	Không có khí bảo vệ	1,6-2,0	đến 500	106-428	ПСГ-500	2,5
A-1530	Thuốc hàn và dây hàn bột	1,6-3,0	đến 500	100-800	ПСГ-500	2,5

Ngoài ra còn có các thiết bị của các nước sau:

+ Thiết bị hàn của Phần Lan (hãng KEMPPPI)

+ Máy hàn tay một chiều (DC) có các loại MASTER.

+ Máy hàn bán tự động MIG có các loại: PROMIG 100, 200, 300 (bảng 3.11).

Bảng 3.11. Thiết bị hàn MIG

Loại	PROMIG 100	PROMIG 200	PROMIG 300
Đặc tính kỹ thuật			
	100W/24 v	100W/50v	100W/50 v
Dòng hàn [A] DC:			
+ Chu kỳ 100%	390	355	355
+ Chu kỳ 60%	500	460	460
Đường kính dây hàn [mm]	Thép: 0,8 ÷ 1,6 Nhôm: 1,0 ÷ 1,6	0,6 ÷ 1,2 1,0 ÷ 1,2	0,6 ÷ 1,6 1,0 ÷ 1,6
Số con lăn kéo dây	4	4	4
Tốc độ dây [m./ph]	0 ÷ 18 hoặc 0 ÷ 25	0 ÷ 18 hoặc 0 ÷ 25	0 ÷ 18 hoặc 0 ÷ 25
Khối lượng [kg]	9	13	17

Thiết bị hàn MIG/MAG của ITALY có ở Việt Nam là các loại như: MONOFIL; EUROFIL; EUROCOMPACT; MAXICOMPACT - MCS; MAXI (bảng 3.12); ECHO.

Bảng 3.12. Đặc tính của một số máy MIG/MAG kiểu MAXI.

Đặc tính kỹ thuật	MAXI 301	MAXI 321	MAXI 401	MAXI 501
Điện 3 pha (50/60Hz)V	230/400	230/400	230/400	230/400
Công suất (KVA)	7,6	10	12	14,5
Điện thế thứ cấp (V)	17 ÷ 39	16 ÷ 46	20 ÷ 45	19 ÷ 51
Dòng điện hàn (A)	35 ÷ 270	20 ÷ 350	60 ÷ 370	60 ÷ 470
Hệ số làm việc (%)				
100%	150A	190A	230A	300A
60%	190A	250A	300A	360A
Đường kính dây hàn (mm)	0,6 ÷ 1,2	0,6 ÷ 1,2	0,6 ÷ 1,6	0,8 ÷ 2,0
Khối lượng (kg)	78	91	94	104

Máy hàn giáp mối của hãng CEA (ITALYA) với các loại: TR - N - SQ; SRT - SQ/A-SQ/.AS cho trong bảng 3.13.

Bảng 3.13. Một số loại máy hàn giáp nối

Đặc tính kỹ thuật	SRT 10	SQ/A 120	SQ/A 120P	SQ/A 62
điện thế lưới một pha (50/60Hz) V	400	400	400	400
Công suất (KVA)				
100%	18	93	93	160
50%	4	20	20	60
Điện thế hàn (V)	22	42	42	6
Dòng điện hàn (KA)	10	28	28	30
Diện tích (mm ²)	50	250	150	-
Đường kính dây hàn (mm)	1,5 ÷ 8	3 ÷ 18	3 ÷ 14	6 ÷ 25
Khối lượng (kg)	84	280	280	970

Bảng 3.14. Đặc tính kỹ thuật của máy hàn điểm (Liên bang Nga)

Thông số	МТПП-75	МТПГ-75-6	МТПГ-150-2
Điện áp lưới (V)	380	400; 380; 400	380
Tần số (Hz)	50	50; 60	50
Công suất (kW)	75	79	165
Dòng định mức ban đầu (A)	197	208	425
Hệ số PV % (IIB)	20	20	20
Dòng hàn định mức (kA)	8	8	12,5
Điện áp thứ cấp (V)	4,87-19,48	4,87-19,48	6,9-27,6
Thời gian hàn mỗi điểm (s)	0,04-6,75	0,04-6,75	0,04-6,75
Số điểm hàn	1	1	1
Truyền dẫn áp lực	Khí nén	Thủy lực + khí nén	Thủy lực
Áp lực khí nén (kG/cm ²)	6,3	6,3	6,3
Nước tiêu thụ (l/h)	600	600	600

Bảng 3.15. Đặc tính kỹ thuật máy hàn kiểu MTP

Các thông số	MTP -1202	MTP-1601
Dòng hàn định mức (A)	12500	16000
Đường kính thanh hàn (mm)	3 + 3 + 6 + 7	6 + 12 + 14 + 40
Dây kéo nguội cấp A-I (mm)	6 + 6 + 16 + 16	
Lực lớn nhất trên điện cực (kG)	400	800
Tầm với của kim	40	35
Hành trình lớn nhất của điện cực (mm)	38	60
Số hành trình trong 1 phút	80	
Công suất (kW)	170	200
Kích thước máy (mm): + dài	1132	875
+ rộng	870	535
+ cao	530	1135
Khối lượng (kg)	280	373

Máy hàn điểm của hãng CEA (ITALYA) với các kiểu ZT-P11; ZT-P16; ZT-P26; loại khí nén có: PPN-28; PPN-53...

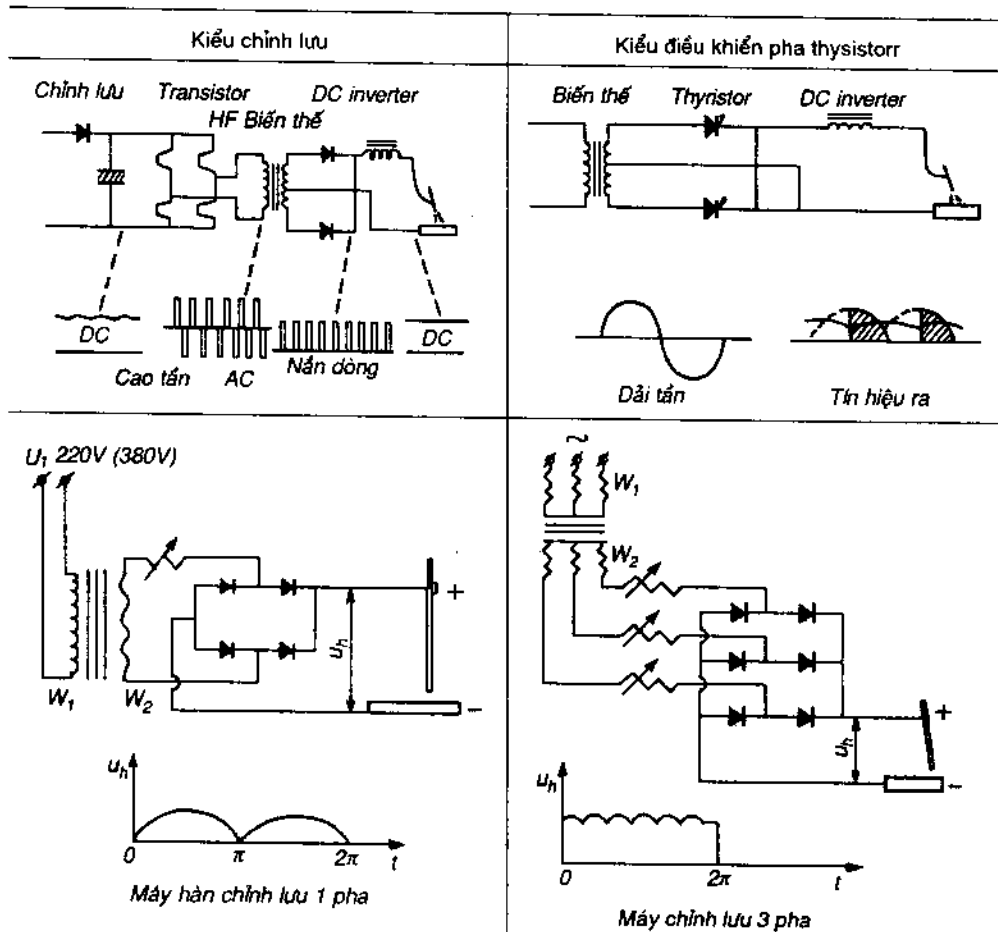
Bảng 3.16. Đặc tính kỹ thuật của máy hàn điểm ép bằng khí nén

Đặc tính kỹ thuật	PPN - 28	PPN - 53	PPN - 102	PPN - 182
Điện thế lưới một pha 50Hz (V)	400	400	400	400
Công suất (kVA)	20	38	78	140
Dòng điện hàn (kA)	19	23	34	53
Điện thế hàn (V)	4,5	5,9	8,3	10
Lực ép (daN)	230	470	920	1200
Chiều cao hai cực điều chỉnh (mm)	140÷400	180÷510	200÷330	200÷330
Khoảng cách đến thân máy (mm)	395	435	425	444
Khối lượng (kg)	200	335	700	960

5. Các loại thiết bị hàn của một số nước

5.1a. Đặc trưng của các kiểu chỉnh lưu máy hàn hiện nay của các nước được biểu thị trong bảng 3.17a, b, c, d và e.

Bảng 3.17a. Đặc trưng của các kiểu chỉnh lưu máy hàn



Bảng 3.17b. Máy biến áp hàn một pha (Công ty điện thông - ELENCO)

Kiểu máy	HQ10	HQ15	HQ24	HQV250
Đặc tính kỹ thuật				
- Công suất (kVA)	10	15	24	
- Điện áp sơ cấp (V)	220	220-380	220-380	220-680
- Dòng điện hàn (A)	80-180	80-280	80-350	60-250
- Chế độ làm việc (TL %)	35	35	40	60

Bảng 3.17c. Máy hàn bán tự động của hãng FRIMAG (ITALY) để hàn MIG-MAG

Kiểu máy	MIGALL 205	MIGALL 270	MIGWELD 270	MIGWELD 320	INVERTER MIG 140
Đặc tính kỹ thuật					
Dòng hàn (A)	35-200	40-270	50-320	50-320	5-140
Chu kỳ công suất :					
60%	120A	180A	180A	220A	140A
100%			140A	170A	120A
Điện áp sơ cấp (V)	1 x220x240	3x380	3x380x50Hz	3x380x50Hz	230 ±10%
Công suất (kVA)	6,9	11	12	15	5,35

Bảng 3.17d. Máy hàn bán tự động MIG/MAG hãng KJELLBERG (Đức)

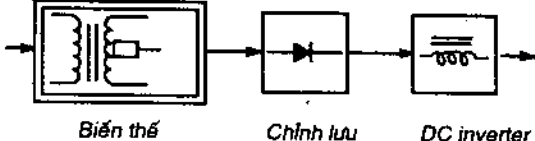
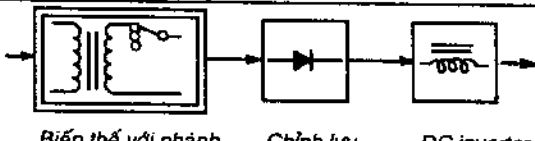
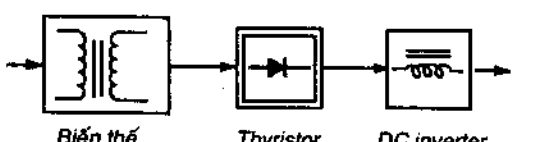
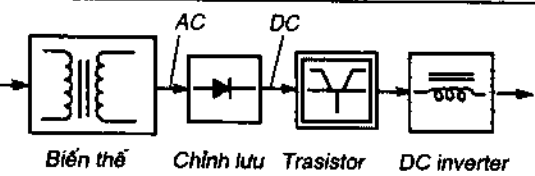
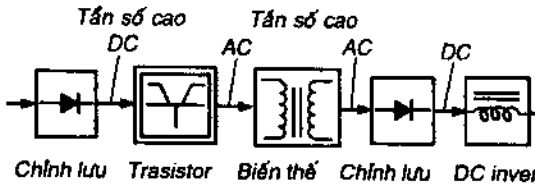
Kiểu máy	RACER 320	WORKER 320	KTH 510	GTH 1000
Đặc tính kỹ thuật				
Điện áp sơ cấp (V)	3x230x400	3x230x400	3x380	3x380
Dòng điện hàn (A)	35-300	35-300	70-500	200-1000
Chu kỳ công suất (A/TL%)	300/25%	300/25%	500/60%	1000/100%
Đường kính dây (mm)	0,6-1,2	0,6-1,2		
Làm mát			Nước	Không khí

Bảng 3.17e. Máy hàn hồ quang tay của hãng KJELLBERG (Đức)

Kiểu máy	TINY 160	TINY 200 AD/DC	INVERTER KU 260	INVERTER KU 260T
Đặc tính kỹ thuật				
Phạm vi sử dụng	Hàn tay, TIG	Hàn tay, TIG	Hàn tay, TIG	Hàn tay, TIG
Điện áp sơ cấp (V)	1x230	1x230	1x400	3x400
Dòng hàn (A)	5-160	5-200	3-260	3-260
Chu kỳ công suất (A/TL%)	140/35% (hàn tay)	200/60% (TIG)	260/35% (hàn tay)	260/60% (TIG)

5.1b. Các kiểu và đặc trưng điều khiển tín hiệu dòng hàn giới thiệu trong bảng 3.18.

Bảng 3.18. Các kiểu đặc trưng điều khiển tín hiệu dòng

Loại điều khiển tín hiệu	Dạng nguyên lý tạo xung	Nét đặc trưng
Kiểu biến thế con trượt	 Biến thế Chỉnh lưu DC inverter	- Nguyên lý đơn giản - Tín hiệu sóng tốt
Kiểu truyền mạch nhánh	 Biến thế với nhánh Chỉnh lưu DC inverter	- Điều khiển từ xa khó khăn - Điều chỉnh điện áp dự trữ biến đổi khó khăn
Kiểu điều khiển pha bằng thyristor	 Biến thế Thyristor DC inverter	- Dòng lớn có thể chỉnh dễ dàng - Điều khiển từ xa dễ - Sóng tín hiệu lớn
Kiểu đổi điện bằng transistor	 Biến thế Chỉnh lưu Trasistor DC inverter	Điều khiển tốc độ tín hiệu sóng dễ dàng
Kiểu chỉnh lưu transistor	 Chỉnh lưu Trasistor Biến thế Chỉnh lưu DC inverter	- Dễ dàng đi tới thực hiện cải tiến - Kích thước và trọng lượng nhỏ.

5.2.a. Máy hàn chỉnh lưu xách tay (portabl) của hãng ESAB, bảng 3.19.

Bảng 3.19. Máy hàn chỉnh lưu xách tay

Kiểu máy	Caddy 140	Caddy 200
Đặc tính kỹ thuật		
Điện áp cung cấp (V)	220 - 230	380 - 400
Dòng điện sơ cấp (A)	22	12
Công suất max (kVA)	6,8	10,8
Dòng hàn :	3+140A	5-200A
+ 35% chu kỳ làm việc	140A/2V	200A/28V
+ 60% - nt -	110A/24V	150A/26V
+ 100% - nt -	80A/23V	115A/25V
Điện áp không tải (V)	53 + 75	53+75
Kích thước máy (mm)	472 x 142 x 256	472 x 142 x 255
Trọng lượng (kg)	11	11

5.2.b. Máy hàn chỉnh lưu 3 pha của hãng ESAB (bảng 3.20)

Bảng 3.20. Máy hàn chỉnh lưu ba pha

Kiểu máy	LHE 200	LHE 300	LHE 400
Đặc tính kỹ thuật			
Dòng hàn :			
+ 35% chu kỳ làm việc			400A/36V
+ 60% - nt -	170A/27V	260A/30V	340A/34V
+ 100% - nt -	105A/24V	180A/27V	250A/30V
Phạm vi điều chỉnh A	20A/21V	47A/22V	70A/23V
	40A/22V	260A/30V	400A/36V
B	35A/22V		
	170A/27V		
Điện áp không tải (V)	62-72	68-77	68-77
Kích thước (mm)	530 x 610 x 635	530 x 610 x 635	610 x 655 x 770
Trọng lượng (kg)	75	105	145

5.2c. Máy hàn bán tự động trong môi trường khí CO₂ - (ESAB) được giới thiệu trong bảng 3.21.

Bảng 3.21. Máy hàn bán tự động (ESAB)

Kiểu máy	ORIGINAL 150	ORIGINAL 180	ORIGINAL 180	ORIGINAL 180	ORIGINAL 240	ORIGINAL 240
Đặc tính kỹ thuật						
Mạch sơ cấp 50Hz:	1 pha	1 pha	3 pha	3 pha	3 pha	3 pha
+ A	10	20	10	16/10	10	16/10
+ V	220	220	380	220/380	380	220/380
Dòng hàn max (A)	150	180	180	180	240	240
Đường kính:						
+ Thép cacbon	0,6/0,8	0,6/0,8	0,6/0,8	0,6/0,8	0,6/1,0	0,6/1,0
+ Thép không gỉ	0,6/0,8	0,6/0,8	0,6/0,8	0,6/0,8	0,6/1,0	0,6/1,0
+ Nhôm	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Trọng lượng [kG]	34	45	47	48	50	51

5.2d. Máy hàn bán tự động Power Compact (ESAB) được giới thiệu trong bảng 3.22

Bảng 3.22. Máy hàn bán tự động PC (ESAB)

Kiểu máy	PC200	PC250	PC315	PC400/400W
Đặc tính kỹ thuật				
Mạch sơ cấp 50Hz:				
+ A	25/10	16/16	25/16	35/20
+ V	220/380	220/380	220/380	220/380
Dòng hàn max [A]	35-200	35-250	40-315	50-400
Điện áp không tải [V]	17-25	16-37	16-41	17-44
Kích thước [mm]	810x350x710	810x350x710	945x430x860	945x430x860
Trọng lượng [kG]	73	76	109	13/1400
Kích thước dây hàn :				
+ Thép	0,6-1,0	0,6-1,0	0,6-1,2	0,6-1,2
+ Nhôm	1,0	1,0	1,0-1,2	1,0-1,2
Tốc độ đưa dây [m/ph]	1-17	1-17	1-17	1-17
Loại mỏ hàn	PSF-160	PSF-250	PSF-350	PSF 400/400W

5.3. Máy hàn của Mỹ (hãng Lincoln)

a) Máy hàn chỉnh lưu (hãng Lincoln) giới thiệu trong bảng 3.23.

Bảng 3.23. Máy hàn chỉnh lưu (Lincoln)

Kiểu máy	Weldanpower 175p/Weldanpower 175D (Petrol) KA 1030 (Diesel) KA 1031	Weldanpower 225AC/DC KA KA1184
Đặc tính		
Phạm vi dòng hàn + hệ số 60%	60-175A-AC 175A/27V	50-225A.AC - 70-250Z. DC 210A/25V AC và DC
Kích thước dây(mm)	2,0 ÷ 4,0	2,0 ÷ 5,0
Công suất	4,5 kVA, 240 V -50 Hz	6 kVA - 24V - 50Hz
Trọng lượng (kg)	154-166	290
Kích thước (mm)	520x980x670/ 520 x 980 x670	610 x 1010 x 780

b) Máy biến thế hàn của hãng Lincoln, xem trong bảng 3.24.

Bảng 3.24. Máy biến thế hàn - (Lincoln)

Kiểu	R3R400 K1302	TM300 - K 111	TM300/300 K 1112L	TM400 K1113L
Đặc tính				
Phạm vi dòng hàn + 60% chu kỳ	60-500A.DC 400A/40V	30 ÷ 450A, AC 300A/40V, AC, DC	30 ÷ 450 A.AC 400A/40V	40 ÷ 600A, AC AC và DC
Kích thước que hàn (mm)	2,5 ÷ 10	2,5 ÷ 10	2,5 ÷ 10	2,5 ÷ 15
Điện áp sơ cấp	415V/3 pha/50Hz	415V/3 pha / 50Hz	415V/3 pha/50Hz	
Trọng lượng (kg)	176	205	275	230

c) Máy hàn tự động hãng Lincoln (Mỹ), giới thiệu trong bảng 3.25

Bảng 3.25. Máy hàn tự động (Lincoln)

Kiểu	R3S325	SA800	DC1000	AC 1200
Đặc tính				
Dòng hàn (A)	40 ÷ 350	100-900	150-1300	200-1500
Định mức dòng hàn	325A/33V, 80%	750A/44V/100%	1000A/94V/100%	1200A/44V/100%
Điện áp sơ cấp	415V/ 3 pha/ 50Hz	415V/3pha/ 50Hz	415V/3 pha/ 50Hz	415 V/3 pha/ 50 Hz
Trọng lượng (kg)	178	742	342	726

5.4. Máy hàn của hãng SAF (Pháp) được giới thiệu trong bảng 3.26, của các hãng khác cho trong bảng 3.27.

Bảng 3.26. Máy hàn xoay chiều

Kiểu	SAFOR 140	SAFOR 165	SAFOR 190
Đặc tính kỹ thuật			
Điện áp sơ cấp	220/240v 50/60Hz	220/380V 50/60Hz	220/240V 50/60Hz
Điện áp hàn	48V	48V	48V
Dòng điện hàn	65 ÷ 140A, AC	35 ÷ 165A, AC	45 ÷ 190A, AC
Trọng lượng [kg]	16	20	22
Kích thước (mm)	460x275x315	460 x 275 x 315	530 x 275 x 315

Bảng 3.27. Máy hàn một chiều SAFEX (tiêu chuẩn ISO 700, tiêu chuẩn EC, tiêu chuẩn NFA. 85011 và tiêu chuẩn Đức VDE 542)

Đặc tính sử dụng	SAFOR 140	SAFOR 165	SAFOR 190
Điện thế lưới (V)	220/380 ÷ 415/550	220/380 ÷ 415/550	220/380 ÷ 415/550
Tần số nguồn (Hz)	50.60Hz	50.60Hz	50.60Hz
Dòng điện hồ quang hàn (A)	30-180A	45 - 340 A	65-450A
Trọng lượng máy [kg]	450	450	450

Đặc điểm của máy hàn một chiều loại này :

- Dễ di chuyển vì có 4 bánh xe.
- Nếu thêm một nguồn M200 thì có thể hàn được theo phương pháp TIG.

B. CÔNG NGHỆ HÀN ĐIỆN

1. Công nghệ hàn hồ quang thép kết cấu

1.1. Hồ quang

Hồ quang là hiện tượng phóng điện ổn định qua một khoảng môi trường khi đã được ion hóa giữa hai điện cực: cực âm (catôt) và cực dương (anot).

Sự ion hóa các phân tử khí đạt được do sự tách các điện tử và để thực hiện điều đó cần sản ra một công gọi là công ion hóa được đo bằng electron - volt. Công này bằng thế năng ion hóa tính theo volt.

Quá trình ion hóa chất khí của môi trường khí giữa hai điện cực có thể bao gồm các dạng sau:

- Ion hóa bằng va đập (bắn phá).
- Ion hóa do tác động của các lượng tử (quang học).
- Ion hóa khi nhiệt độ tăng (nhiệt năng).

a) Để thực hiện ion hóa bằng va đập, các điện tử phải chuyển động thỏa mãn điều kiện sau:

$$\frac{m_e V^2}{2} \geq eu$$

trong đó:

m_e - khối lượng điện tử (g).

eu - công ion hóa (J).

V - vận tốc điện tử (cm/s).

do đó
$$V_{\min} = \sqrt{\frac{2eu}{m_e}} \quad [\text{cm/s}]$$

Ví dụ, tốc độ điện tử sắt (Fe) nhỏ nhất để thực hiện công va đập là $1,66 \cdot 10^8$ cm/s hoặc 5950.000 km/h.

b) Năng lượng của các tia sóng để đạt sự ion hóa phải thỏa mãn điều kiện sau:

$$\mu\gamma \geq eu$$

trong đó:

μ - hằng số Plank, $\mu = 6,62 \cdot 10^{-27}$ (eV/s).

γ - tần số ánh sáng, $\gamma = \frac{C}{\lambda}$ (1/s).

C - tốc độ ánh sáng; $C = 3 \cdot 10^{10}$ (cm/s).

λ - bước sóng ánh sáng ($\text{\AA}$).

Chiều dài bước sóng ánh sáng để thực hiện ion hóa chất khí được tính theo công thức sau:

$$\lambda_{\max} = \frac{\mu C}{eu}$$

Ví dụ, chiều dài bước sóng ánh sáng cần thiết để ion hóa các phân tử khí nitơ (N_2):

$$\lambda_{\max} = \frac{6,62 \cdot 10^{-27} \cdot 3 \cdot 10^{10}}{1,59 \cdot 10^{-12} \cdot 14,5} = 0,85 \cdot 10^{-15} \text{ cm} = 850 \text{ \AA}$$

Có thể tham khảo giá trị λ của một số nguyên tố ở bảng 3.28

Bảng 3.28. Chiều dài bước sóng để ion hóa một số chất khí

Các nguyên tố	K	Ns	Ca	Fe	O ₂	Ar
$\lambda \text{ \AA}$	2870	2420	2030	1575	915	785

c) điều kiện để ion hóa chất khí bằng nhiệt năng phải đảm bảo điều kiện sau:

$$\frac{3}{2} KT \geq eu$$

trong đó:

K- hằng số Boltzman, $K = 1,36 \cdot 10^{-16} \text{ (eV/}^\circ\text{K)}$.

T- nhiệt độ tuyệt đối ($^\circ\text{K}$).

Khi nhiệt độ tăng, số phân tử va đập vào nhau cũng tăng sẽ làm khả năng ion hóa tăng. Do vậy điều kiện để có khả năng ion hóa là:

$$T \geq \frac{2eu}{3K} \rightarrow T_{\min} = \frac{2eu}{3K}$$

Nhưng nếu chỉ dùng năng lượng nhiệt để ion hóa hoàn toàn các phân tử khí thì phải nung nóng chúng tới nhiệt độ rất cao.

Ví dụ, đối với nitơ (N_2), để ion hóa hoàn toàn phải nung tới nhiệt độ 11.3000°K , điều này hoàn toàn không thực tế đối với các điều kiện kỹ thuật

và công nghệ hiện nay.

Lý thuyết và thực tiễn đã cho thấy sự ion hóa các phân tử khí được đặc trưng bởi hệ số cân bằng hóa học, phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất.

$$K_p = \frac{C_i C_e}{C_A}$$

trong đó:

C_i - thành phần % ion trong các thành phần khí.

C_e - thành phần % điện tử trong thành phần khí.

C_A - thành phần % các nguyên tử trung hòa trong thành phần khí.

Giả sử gọi x là mức độ ion hóa và n là số nguyên tử ban đầu. Ta có $n_i = xn$; $n_e = xn$ và $n_A = n - nx = n(1-x)$.

$$\text{Khi đó: } C_i = \frac{n_i}{n_i + n_e + n_A} = \frac{x}{x+1}$$

$$C_e = \frac{n_e}{n_i + n_e + n_A} = \frac{x}{x+1}$$

$$C_A = \frac{n_A}{n_i + n_e + n_A} = \frac{1-x}{x+1}$$

$$\text{do vậy } K_p = \frac{x^2}{1-x^2} \rightarrow x = \sqrt{\frac{K_p}{1+K_p}}$$

Một số tác giả coi hồ quang như một plazma đẳng nhiệt và để xác định mức độ ion hóa ở t'' với p cho trước, sẽ được đặc trưng bởi phương trình Saga:

$$\frac{x^2}{1-x^2} \cdot p = 2,4 \cdot 10^{-4} \cdot a^2 \cdot T^{5/2} e^{\frac{eu}{KT}}$$

trong đó:

p - áp suất (mmHg).

u - điện thế ion hóa (V).

T - nhiệt độ (°K).

Phương trình này chỉ đúng với giá trị X khá nhỏ.

Theo một số tác giả, ngoài 3 dạng tạo ra sự ion hóa, sự phóng điện còn do một số tác dụng phụ sau:

- Sự phóng điện dưới tác dụng của điện trường ngoài:

$$J = J_0 e^{\frac{439\sqrt{E}}{T}}$$

trong đó:

E - cường độ điện trường (V/cm).

J_0 - dòng điện tử ban đầu được phóng ra khi không có tác dụng của điện trường ngoài (eV).

Do vậy khi nhiệt độ tăng sẽ làm giá trị trung bình của sự phóng điện dưới tác dụng của điện trường ngoài E bị ảnh hưởng đáng kể, đặc biệt khi cường độ điện trường lớn ($E = 10^7$ V/cm).

- Sự phóng điện do kết quả của sự bắn phá catôt.

Nhiều tác giả cho rằng: quá trình này đóng vai trò chính trong sự hình thành hồ quang hàn. Do kết quả của sự phóng điện mạnh từ catôt và sự ion hóa môi trường giữa hai điện cực, sẽ tạo ra một vệt sáng ổn định liên tục giữa các điện cực gọi là hồ quang điện.

Khi hồ quang cháy các vệt trắng ngay sát các điện cực gọi là các vệt catôt hay anôt và trên các cực nhìn rõ những vùng sáng tương ứng là vùng anôt và vùng catôt (hình 3.14).

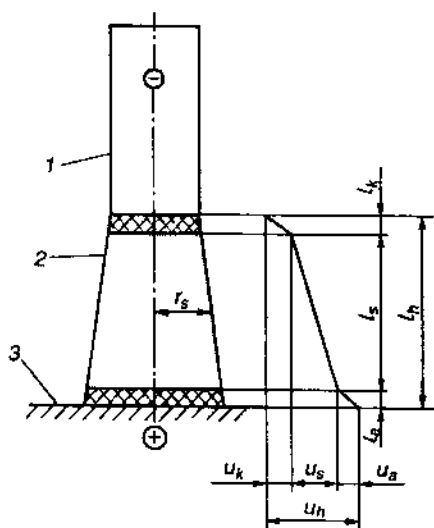
Kích thước vùng anôt và vùng catôt rất nhỏ so với chiều dài cột hồ quang, mặt khác giữa các thành phần của hồ quang có sự giảm hiệu điện thế định tính.

Điện thế hồ quang được xác định:

$$u_h = u_k + u_s + u_a$$

hoặc $P_h = Iu_h = Iu_k + Iu_s + Iu_a = P_k + P_s + P_a$

trong đó: I - dòng điện chạy trong hồ quang.



Hình 3.14. Các phần của hồ quang điện

1. điện cực hàn; 2. hồ quang;

3. vật liệu cơ bản;

u_k - điện thế rơi trên catốt;

u_s - điện thế rơi trên cột hồ quang;

u_a - điện thế rơi trên anốt;

l_a - chiều dài phần anốt;

l_k - chiều dài phần catốt;

l_s - chiều dài phần hồ quang;

l_h - chiều dài hồ quang;

r_s - bán kính cột hồ quang

Nếu gọi f là tỷ số giữa dòng điện từ (I_c) và dòng điện (I): $f = \frac{I_c}{I}$, thì sự phân bố năng lượng trên các phần hồ quang như sau:

a) Sự phân bố năng lượng trong vật catốt

Chiều dài cột catốt $l_k = 10^{-6} \div 10^{-7}$ (m)

Dòng ion bắn phá catốt có năng lượng là:

$$P_1 = I(1 - f)u_k$$

Sau khi bắn phá, các ion sẽ thu hoặc mất điện tử để thành các nguyên tử trung hòa và giải phóng một năng lượng bằng năng lượng ion hóa:

$$P_2 = I(1 - f)(u_i - u_c)$$

Dòng điện tử phóng từ catốt ra có năng lượng:

$$P_3 = fIu_c$$

Như vậy P_1 , P_2 là năng lượng catốt nhận và P_3 là năng lượng truyền ra. Gọi W_k là năng lượng làm nóng chảy catốt, R_k là năng lượng bức xạ; u_c là điện thế phát xạ của các điện tử trên bề mặt catốt, ta có phương trình cân bằng năng lượng:

$$P_1 + P_2 = P_3 + W_k + R_k$$

hoặc
$$I(1 - f)(u_k + u_i - u_c) = fIu_c + W_k + R_k$$

b) Sự phân bố năng lượng trong cột hồ quang

Cột hồ quang luôn có dạng hình trụ loe từ hướng catôt đến anôt. Sự dẫn điện trong cột hồ quang là do có mặt của các điện tử và các điện tích. Chúng tồn tại do kết quả của sự ion hóa.

Theo một số tác giả, nhiệt độ cột hồ quang:

$$t_c = 800.u_1 - 273 (^{\circ}\text{C})$$

trong đó: u_1 - điện thế ion hóa của các phân tử (bảng 3.29).

Bảng 3.29. Năng lượng ion hóa các phân tử.

Năng lượng phân ly của các phân tử (eV)											
H ₂	O ₂	N ₂	CO	C ₂	F ₂						
4,48	5,08	7,37	9,7	6,2	1,6						
Năng lượng ion hóa của các nguyên tố (eV)											
Cs	K	Na	Ca	Fe	H	O	N	Ar	F	Ne	He
3,9	4,3	5,1	6,08	7,8	13,5	13,6	14,5	15,7	18,6	21,5	24,5
Năng lượng phát hành (eV)											
Al	Ba	C	Cu	Fe	Ni	K	Na	W			
4,0	2,1	2,2	4,3	4,5	5,0	2,2	2,3	4,5			

Đường kính của cột hồ quang :

$$R_{ec} \approx \frac{I.E_s}{2.\pi.\beta.\sigma.t_c^4} (m)$$

ở đây:

I - dòng điện hàn (A).

E_s - điện thế gradien cột hồ quang ($V.m^{-1}$), thường $E_s = 10+40 V.m^{-1}$.

σ - hằng số Stefan - Boltzman ($\sigma = 5,67.10^{-8} W.mK^{-4}$).

β - hệ số cháy của hồ quang ($\beta = 0,5 \div 0,7$).

Thực tế nhiệt độ của hồ quang không đồng đều, thường cao nhất ở giữa và giảm dần ra phía ngoài. Khi hàn hồ quang tay, nhiệt độ hồ quang thực tế

phân bố là $4200 \div 5700^{\circ}\text{C}$. Khi hàn dưới lớp thuốc là $6200 \div 7600^{\circ}\text{C}$, trong môi trường khí bảo vệ TIG là $6200 \div 7800^{\circ}\text{C}$. Khi hàn MIG và MAG trong vùng plasma nhiệt độ đạt tới $12.000 \div 15.000^{\circ}\text{C}$. Hàn MAG (CO_2) đạt 10.000°C .

Năng lượng trong cột hồ quang bao gồm:

- Năng lượng dòng điện tử: $P_1 = Iu_k$.

- Năng lượng cột hồ quang: $P_2 = Iu_s$

Cột điện tử trước khi chuyển dịch vào anôt được gia tốc với năng lượng:

$$P_3 = (1 - f)Iu_1$$

Ngoài ra còn tồn tại năng lượng nhiệt của hồ quang W_s và năng lượng do bức xạ R_s , do vậy:

$$P_1 + P_2 = P_3 + W_s + R_s \rightarrow I(fu_k + u_s) = (1-f)Iu_1 + W_s + R_s$$

c) Sự phân bố năng lượng trên anôt

Vùng anôt có chiều dài là $l_a = (10^{-5} \div 10^{-6})$ m. Năng lượng nhiệt ở vùng này cao hơn vùng catôt.

Năng lượng phân bố trên anôt:

$$flu_a + flu_c, \text{ thông thường } f = 1 \rightarrow I(u_a + u_s) = W_a + R_a$$

trong đó: W_a - năng lượng làm nóng chảy anôt (W);

R_a - năng lượng bức xạ ở anôt (W).

Năng lượng trên vùng anôt:

$$P_a = (u_a + u_s)I \quad (J.s^{-1}; W)$$

Điện thế rơi trên anôt: $u_a = 4 \div 8V$ và nhiệt độ ở đây bao giờ cũng cao hơn ở vùng catôt ($500 \div 600^{\circ}\text{C}$).

Công suất nhiệt toàn phần hữu ích của hồ quang:

$$P = I(u_k + u_s + u_a) \eta.k \quad (J.s^{-1}; W)$$

ở đây:

η - hiệu suất của hồ quang (hiệu suất sử dụng nhiệt độ của hồ quang):

+ Khi hàn hồ quang tay bằng que hàn: $\eta = 0,75 \div 0,85$.

+ Hàn tự động dưới lớp thuốc: $\eta = 0,8 \div 0,95$.

+ Hàn TIG: $\eta = 0,5 \div 0,65$.

+ Hàn MIG; MAG: $\eta = 0,8 \div 0,9$.

k - hệ số tính đến ảnh hưởng sai lệch các đường cong điện áp và dòng điện tới công suất hồ quang: dòng điện 1 chiều $k = 1$, dòng điện xoay chiều $k = 0,7 \div 0,9$.

Với bản chất của hồ quang và năng lượng nhiệt của nó sinh ra làm cho quá trình dịch chuyển kim loại từ que hàn vào vùng hàn rất phức tạp. Giọt kim loại phải chịu một hệ lực tác dụng (hình 3.15).

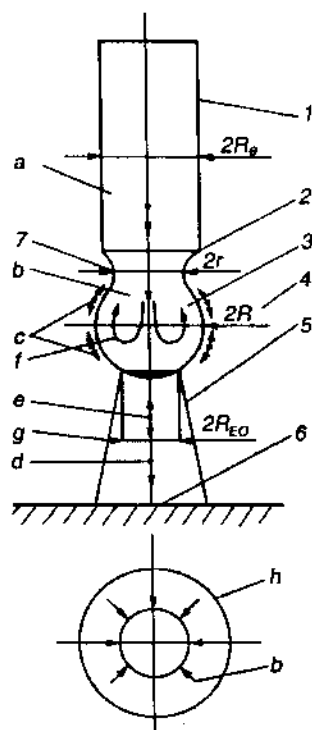
Áp lực hướng kính của từ trường hồ quang - (hiệu ứng pinch):

$$p_r = \frac{\mu I^2}{4\pi R^2} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right) \quad [\text{Pa}]$$

ở đây:

r, R - kích thước của một giọt kim loại (mm).

μ - độ căng của kim loại, đối với kim loại lỏng $\mu = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} [\text{N.m}^{-1}]$.



Hình 3.15. Lực tác dụng vào giọt kim loại trong hồ quang hàn

1. điện cực (que hàn); 2. giới hạn vùng chảy của giọt kim loại; 3. kim loại nóng chảy; 4. giới hạn bề mặt catot; 5. cột hồ quang; 6. bề mặt anot; 7. tiết diện thắt;

a- lực tự trọng; b- lực tác dụng theo phương hướng kính của từ trường điện; c- sức căng bề mặt; d- hướng lực điện từ; e- lực phân tán của kim loại; f- độ nhớt của kim loại chảy; g- lực tác động của dòng plasma.

Lực hướng kính tác động vào nơi tiết diện nhỏ nhất của giọt kim loại, có tác dụng tách giọt kim loại ra khỏi điện cực và chuyển vào bể hàn. Trong khi đó lực dọc trục (lực Loren) tiếp tục tác động thúc đẩy để giọt kim loại dịch chuyển vào bể hàn theo giá trị $P_{L_{\text{tr}}}$.

$$P_{i.o} = \frac{\mu I^2}{4\pi R^2} \left(\frac{3}{4} + \ln \frac{R}{R_{Eo}} \right)$$

[N]

Giá trị R , R_{Eo} xem trên hình 3.15.

Các dạng dịch chuyển kim loại trong hồ quang với các phương pháp hàn khác nhau được thể hiện ở bảng 3.30.

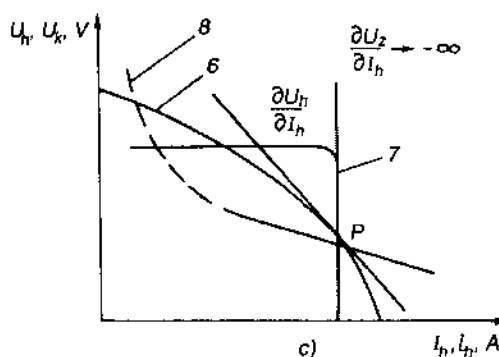
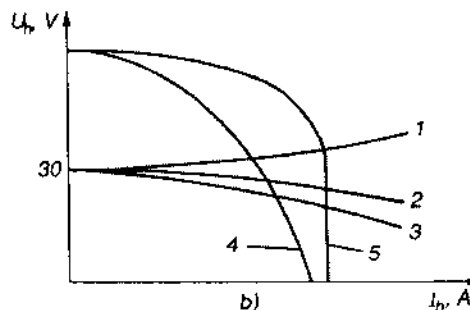
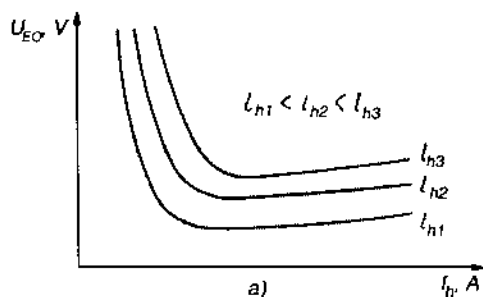
Trong công nghệ hàn, chiều dài hồ quang được điều chỉnh bằng quan hệ giữa điện thế giữa hai cực và cường độ dòng điện hàn.

Mặt khác người ta thiết lập các đường đặc tuyến tĩnh Volt - Amper tức là các đường cong biểu thị mối quan hệ giữa điện thế và cường độ dòng điện của hồ quang hàn (hình 3.16).

Khi tăng cường độ dòng điện hàn ở các giá trị nhỏ, chúng không làm thay đổi cột hồ quang, nhưng điện thế sẽ giảm.

Ngược lại, nếu tăng chiều dài cột hồ quang, dòng điện thế sẽ giảm.

Nếu tăng chiều dài cột hồ quang, khi dòng điện hàn không đổi sẽ làm tăng điện thế hồ quang.



Hình 3.16. Đặc tính tĩnh của hồ quang hàn và nguồn hàn.

- a) đặc tính tĩnh của hồ quang khi thay đổi chiều dài hồ quang;
b) đặc tính động của nguồn hàn: 1, 2, 3. đặc tính động phẳng thích hợp cho hàn MAG, MIG;
4, 5. đặc tính dốc đứng cho hàn tay;
c) sự ổn định của hồ quang điện: 6. đặc tính động của nguồn hàn (khi hàn hồ quang tay với que hàn); 7. đặc tính dốc của nguồn hàn (khi hàn TIG); 8. đặc tính tĩnh của hồ quang; P. điểm làm việc.

Bảng 3.30. Các dạng dịch chuyển kim loại hàn trong hồ quang điện

Phương pháp dịch chuyển	Sơ đồ dịch chuyển	Đặc điểm	Tổng số giọt ngắn mạch trong 1 giây (giọt/s)	Thông số hàn		Lĩnh vực ứng dụng
				U (V)	I (A)	
Giọt ngắt quãng (dịch chuyển giọt lớn)		Chiều dài và mật độ dòng của hồ quang trung bình (gây bắn tóe)	5÷40	24÷28	200÷300	- Hàn ở mọi vị trí và chiều dày tấm lớn. - Hàn hồ quang tay với que hàn thép hợp kim thấp. - Hàn trong môi trường CO₂.
Dịch chuyển liên tục (dạng tia)		Chiều dài và mật độ dòng của hồ quang dài và cao.	≥ 200	28÷40	200÷500	- Chiều dày lớn, hàn ở vị trí ngang. - Cho thép hợp kim cao. Hàn Al và Cu trong môi trường Ar.
Quá trình bám dính (dịch chuyển ngắn mạch)		Mật độ dòng cao, hồ quang ngắn.	50÷200	14÷22	50÷200	Tấm hàn mỏng không quá 3 mm và hàn mọi vị trí trong môi trường Ar, CO ₂ .
Quá trình xung (dịch chuyển xung)		Mật độ dòng nhỏ không có ngắn mạch.	50÷450	12÷20	20÷180	Tấm hàn mỏng, hàn ở mọi vị trí. Hàn thép hợp kim cao. Hàn Al trong môi trường Ar.

Sự phụ thuộc giữa điện thế hồ quang, dòng điện và chiều dài hồ quang có thể biểu thị bằng quan hệ:

$$U_b = a + bI_p + \frac{c + dI_p}{I} \quad [V]$$

Với dòng hàn đủ lớn thì điện thế hồ quang được tính:

$$U_b = a + bI_p \quad [V]$$

trong đó: U_b - điện thế hồ quang [V].

l_p - chiều dài hồ quang [mm].

I - dòng điện hàn [A].

a, b, c, d - các hệ số phụ thuộc vào vật liệu điện cực, môi trường bảo vệ, áp lực môi trường v.v.

Sự tạo thành kim loại mối hàn xảy ra do sự nóng chảy kim loại cơ bản và kim loại đắp. Sự nóng chảy của kim loại đắp được đặc trưng bởi hệ số chảy, có nghĩa là lượng kim loại nóng chảy của kim loại que hàn tính bằng gam trong một giờ khi có dòng điện hàn bằng một ampe chạy qua.

Hệ số chảy α_c xác định theo công thức:

$$\alpha_c = \frac{G_c}{It} \quad (g/Ah)$$

trong đó: G_p - khối lượng kim loại que hàn nóng chảy (g).

I - dòng điện hàn (A).

t - thời gian hồ quang cháy (h).

Để xác định khối lượng kim loại đắp, người ta dùng hệ số đắp, có nghĩa là lượng kim loại que hàn đắp tính bằng gam trong thời gian là 1 giờ với dòng hàn một ampe.

Khi có dòng điện hàn bằng 1A chạy qua. Nó được xác định theo công thức:

$$\alpha_d = \frac{G_d}{It} \quad (g/Ah)$$

trong đó: α_d - hệ số đắp (g/Ah);

G_d - khối lượng kim loại đắp (g).

Hệ số đắp nhỏ hơn hệ số chảy chút ít và phụ thuộc vào phương pháp hàn, loại dòng điện hàn, loại que hàn cũng như các yếu tố khác.

Một phần kim loại nóng chảy của lõi que hàn không tham gia vào việc tạo thành mối hàn mà bị bắn tóe, cháy hoặc bốc hơi, v.v.

Hệ số ψ xác định lượng hao hụt này được xác định theo công thức sau:

$$\psi = \frac{G_c - G_d}{G_c} \cdot 100\% \quad \text{hay} \quad \psi = \frac{\alpha_c - \alpha_d}{\alpha_c} \cdot 100\%$$

Hệ số hao hụt phụ thuộc vào phương pháp hàn và nhiều yếu tố khác.

Nếu biết giá trị của hệ số đắp và cường độ dòng điện hàn, có thể xác định công suất của quá trình hàn hồ quang (hay khối lượng kim loại tính bằng gam) theo công thức:

$$G_d = \alpha_d \cdot I \cdot t$$

Hồ quang hàn thực chất giống như một dây dẫn điện mềm bằng khí nối giữa đầu que hàn và vũng kim loại hàn. Trong quá trình hàn xung quanh que hàn hồ quang và kim loại cơ bản xuất hiện một từ trường. Nếu từ trường này phân bố không đối xứng xung quanh hồ quang, thì hồ quang sẽ bị đẩy lệch và do vậy sẽ gây khó khăn cho quá trình hàn. Hiện tượng này gọi là hiện tượng thổi lệch hồ quang. Hiện tượng này đặc biệt dễ nhận thấy khi hàn hồ quang tay bằng dòng điện một chiều có cường độ lớn (hơn 300÷400A).

Để giảm bớt hiện tượng thổi lệch này, người ta thường tiến hành hàn với hồ quang ngắn, đầu điện hàn tới vật hàn gần hồ quang hàn nhất và thay đổi góc nghiêng của que hàn, v.v.

Kim loại chuyển dịch từ đầu que hàn vào vũng hàn dưới dạng các giọt riêng biệt. Mỗi giây có khoảng 20÷50 giọt kim loại có kích thước gần như nhau chảy từ que hàn. Ngắt và chuyển giọt kim loại trong hồ quang xảy ra dưới tác động của lực điện từ, lực trọng trường và sức căng bề mặt. Khi mật độ dòng điện lớn, đặc biệt là khi hàn trong môi trường khí bảo vệ thì quá trình từng giọt kim loại chảy từ que hàn vào vũng hàn sẽ trở thành dòng kim loại nóng chảy.

Hồ quang hàn cháy dưới lớp thuốc, khi hàn bằng phương pháp hàn

dưới lớp thuốc, có một số đặc điểm khác so với khi hàn hồ quang hở. Trong quá trình cháy của hồ quang, nó đồng thời nung nóng chảy dây hàn, kim loại cơ bản và thuốc hàn. Thuốc hàn nóng chảy tạo thành xung quang hồ quang một bọc khí do các loại khí cũng như hơi kim loại tạo thành.

Hồ quang khi hàn dưới lớp thuốc ít bị mất nhiệt do bức xạ và là một nguồn nhiệt tập trung hơn so với hàn hồ quang hở và như vậy hiệu suất nhiệt của hồ quang được sử dụng sẽ lớn hơn.

1.2. Đặc điểm của quá trình luyện kim khi hàn nóng chảy dưới lớp thuốc và trong môi trường khí bảo vệ

Các quá trình luyện kim khi hàn nóng chảy dưới lớp thuốc có các đặc điểm khác với khi hàn hồ quang hở trong môi trường khí bảo vệ cũng như khi hàn hồ quang tay.

- Kim loại nóng chảy được bảo vệ tốt hơn khỏi tác động của nitơ và oxy của không khí.

- Vũng hàn lớn hơn và kim loại hàn ở trạng thái nóng chảy lâu hơn, điều đó tạo thuận lợi cho các phản ứng hóa học giữa xỉ và kim loại lỏng.

- Có thể xác định quan hệ giữa chế độ hàn và thành phần hóa học của kim loại mối hàn.

Khi hàn trong môi trường khí bảo vệ CO_2 vũng kim loại nóng chảy được bao phủ bởi một dòng khí CO_2 có tác dụng đẩy không khí xung quanh khỏi vũng hàn. Do đó khí CO_2 bảo vệ kim loại nóng chảy khỏi tác động của nitơ và oxy trong không khí nhưng bản thân nó lại oxy hóa kim loại khá mạnh.

Quá trình oxy hóa kim loại nóng chảy xảy ra khi các giọt kim loại chảy ra từ dây hàn vào vũng hàn cũng như trên bề mặt vũng hàn. Tác động giữa kim loại nóng chảy và khí xảy ra rất mãnh liệt, mặc dù thời gian tiếp xúc giữa chúng rất ngắn. Điều này xảy ra là do nhiệt độ vũng hàn rất cao và bề mặt tiếp xúc giữa kim loại lỏng và khí rất lớn.

Để hạn chế phản ứng oxy hóa và bổ sung thêm các nguyên tố bị cháy, khi hàn trong môi trường khí bảo vệ CO_2 người ta sử dụng dây hàn được hợp kim hóa thêm mangan và silic.

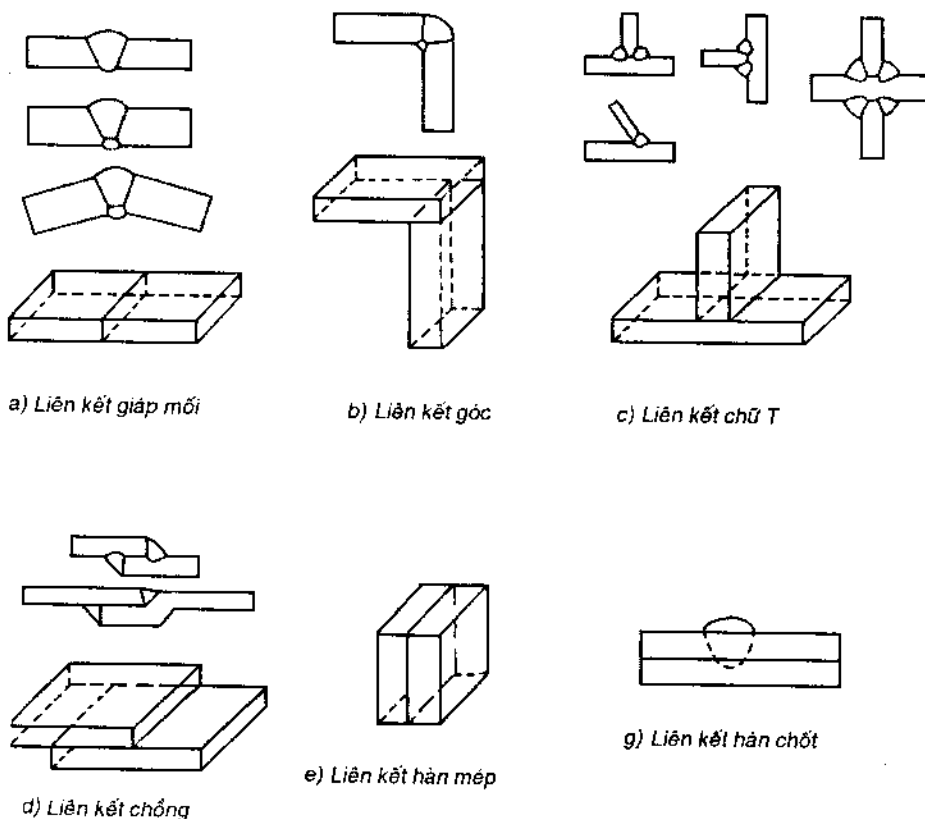
Thành phần cacbon trong dây hàn cần phải nhỏ, nếu không sẽ xảy ra

khả năng tạo thành các lỗ khí và các vết nứt nóng trong kim loại mối hàn. Nitơ có trong vũng hàn, tác động với ôxy của CO_2 tạo thành ôxyt nitơ không tan trong kim loại.

1.3. Mối hàn và liên kết hàn

Mối hàn là phần kim loại nóng chảy (do nguồn nhiệt nung) và kết tinh sau khi hàn. Mối hàn có thể do kim loại cơ bản nóng chảy hoặc kim loại cơ bản và kim loại bổ sung (vật liệu hàn) nóng chảy tạo thành. Liên kết hàn là hai phần tử của kết cấu được nối cứng bằng cách hàn. Liên kết hàn bao gồm mối hàn, vùng ảnh hưởng nhiệt và vùng kim loại cơ bản của hai phần tử kết cấu.

Các dạng mối hàn và liên kết hàn cơ bản được biểu thị trên hình 3.17.

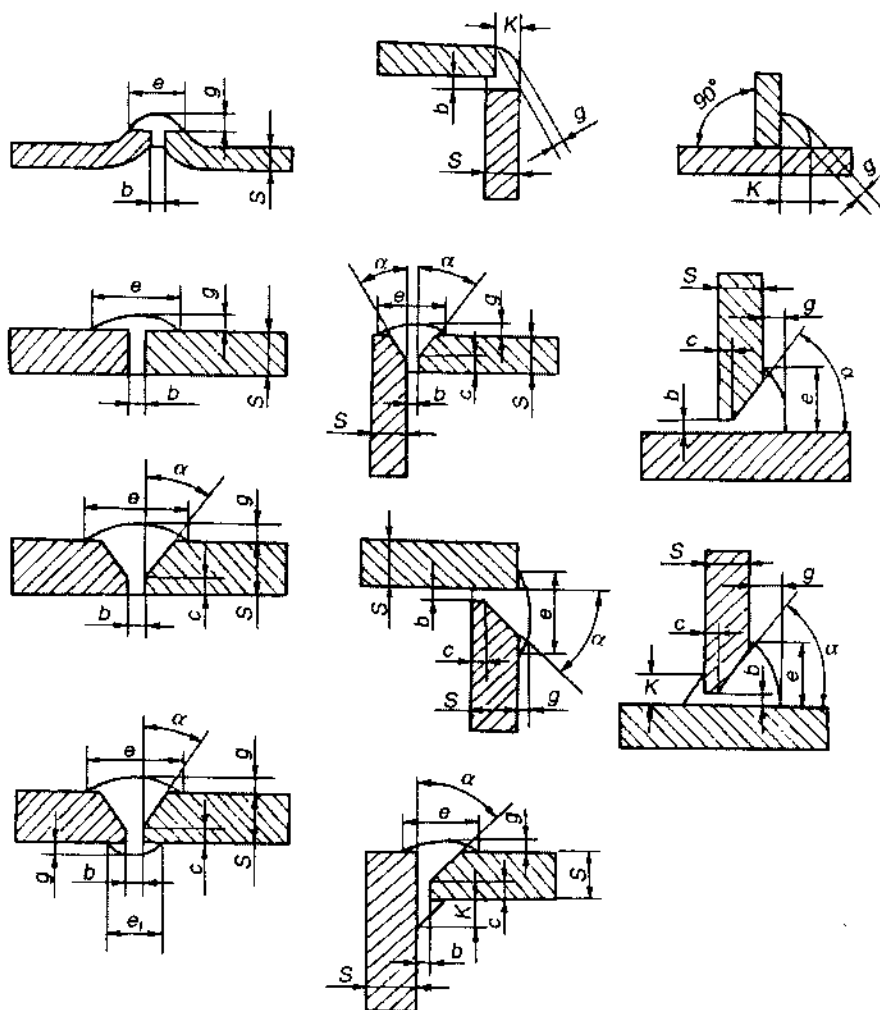


Hình 3.17. Các dạng mối hàn và liên kết hàn cơ bản.

1.4. Các thông số hình học cơ bản của mối hàn

Liên kết hàn có các thông số sau:

- Chiều cao nhấp nhô (chiều cao gia cường) ký hiệu là g .
- Chiều rộng mối hàn (chiều rộng phần nhô) ký hiệu là e cho phần lớn các mối hàn và ký hiệu là d cho mối hàn chốt.
- Cạnh của mối hàn cho các mối hàn góc, hàn chữ T và hàn chồng ký hiệu là K .
- Chiều dày của liên kết hàn ký hiệu là S .



Hình 3.18. Các thông số hình học cơ bản của mối hàn.

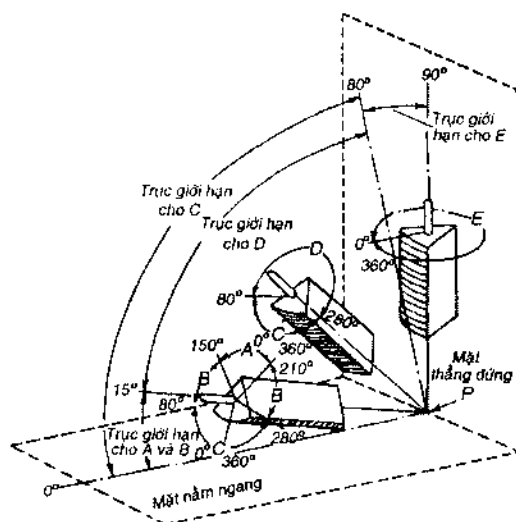
Theo dạng vát mép và lắp ráp thì cạnh hàn sẽ có các thông số hình học cơ bản của mối hàn như sau:

- Khe hở hàn (khe đáy) ký hiệu là b .
- Chiều cao không vát mép (chiều cao chân mối hàn) ký hiệu là c .
- Góc vát mép hàn ký hiệu là α .

Các thông số này được biểu thị trên hình 3.18.

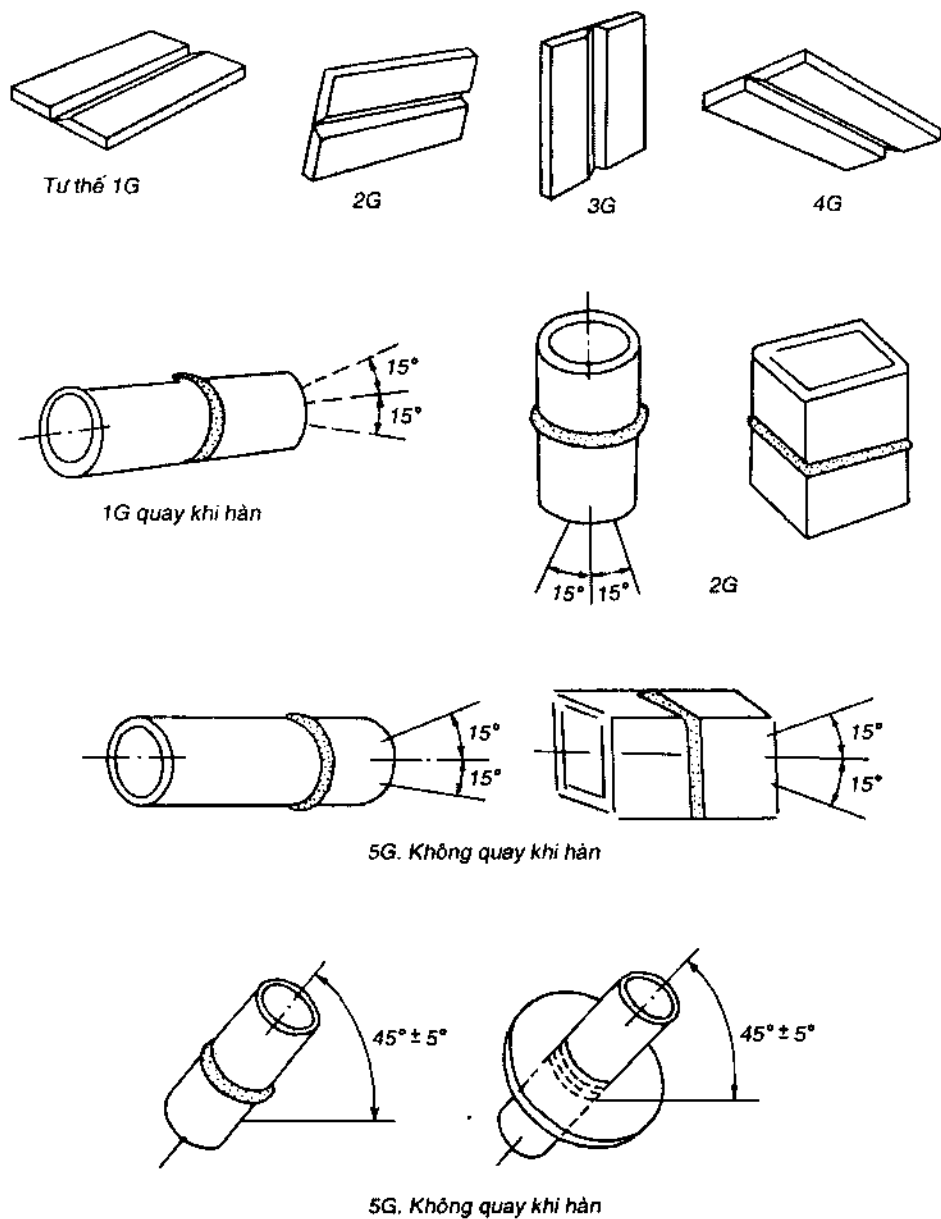
1.5. Vị trí mối hàn trong không gian (tư thế hàn)

Trong không gian các mối hàn của các kết cấu hàn lớn, phức tạp thường ở những vị trí không gian khác nhau, vì vậy chúng có ảnh hưởng nhiều đến kỹ thuật khi hàn. Để đảm bảo chất lượng của mối hàn và thực hiện được các biện pháp kỹ thuật khi hàn, mối hàn trong không gian được quy định theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ ANSI/AWS và được thể hiện trên các hình 3.19, 3.20 và 3.21.

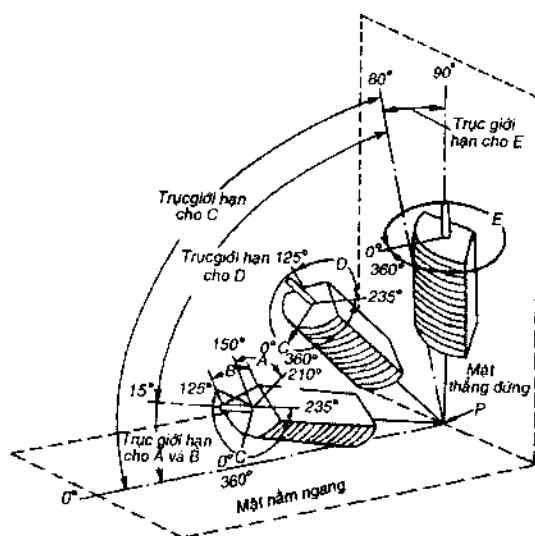


Các tư thế hàn của mối hàn giáp				
Tư thế	Ký hiệu	Vị trí quy chiếu	Góc trục mối hàn	Góc quay bề mặt
Sấp	F	A	$0^\circ \div 15^\circ$	$150^\circ \div 210^\circ$
Ngang	H	B	$0^\circ \div 15^\circ$	$80^\circ \div 150^\circ$ $210^\circ \div 280^\circ$
Ngửa	OH	C	$0^\circ \div 80^\circ$	$0^\circ \div 80^\circ$ $280^\circ \div 360^\circ$
Đứng	V	D	$15^\circ \div 80^\circ$	$80^\circ \div 280^\circ$
		E	$80^\circ \div 90^\circ$	$0^\circ \div 360^\circ$

Hình 3.19. Sơ đồ và bảng tư thế hàn của mối hàn giáp mối



Hình 3.20



Các tư thế hàn của mỗi hàn góc				
Tư thế	Ký hiệu	Ví dụ quy chiếu	Góc trục mỗi hàn	Góc quay bề mặt
Sắp	F	A	$0^\circ \pm 15^\circ$	$150^\circ \sim 210^\circ$
Ngang	H	B	$0^\circ \pm 15^\circ$	$125^\circ \sim 150^\circ$ $210^\circ \sim 235^\circ$
Ngửa	OH	C	$0^\circ \sim 80^\circ$	$0^\circ \sim 125^\circ$
Đứng	V	D	$15^\circ \sim 80^\circ$	$125^\circ \sim 235^\circ$
		E	$80^\circ \sim 90^\circ$	$0^\circ \sim 360^\circ$

Hình 3.21. Sơ đồ và bảng tư thế hàn của mỗi hàn góc.

Để hàn chế phản ứng oxy hóa và bổ sung thêm các nguyên tố bị cháy khi hàn trong môi trường khí bảo vệ CO_2 người ta sử dụng dây hàn được hợp kim hóa thêm mangan và silic.

Thành phần cacbon trong dây hàn cần phải nhỏ, nếu không sẽ xảy ra khả năng tạo thành các rỗ khí và các vết nứt nóng trong kim loại mối hàn. Nitơ có trong vũng hàn tác động với oxy của CO_2 tạo thành oxit nitơ không tan trong kim loại.

1.6. Chuẩn bị kim loại để hàn và lắp ghép các liên kết hàn

a) Chuẩn bị kim loại để hàn gồm ba nguyên công:

- Chuẩn bị chi tiết.
- Chuẩn bị mép hàn, hình 3.22.
- Làm sạch mép hàn.

Hai nguyên công đầu có thể được tiến hành bằng gia công cơ khí hoặc cắt bằng oxy – axetylen.

Hình 3.22 giới thiệu các dạng chuẩn bị mép hàn và hình 3.23 giới thiệu các yếu tố kích thước của rãnh.

Bề mặt tiếp xúc của mép hàn và vùng kim loại lân cận trong khoảng 25÷30mm trước khi hàn phải được làm sạch hết dầu mỡ, sơn, gỉ, nước và các chất bẩn khác. Nếu không mối hàn có thể bị rỗ. Một lớp gỉ mỏng ở mép hàn không ảnh hưởng lớn đến chất lượng mối hàn.

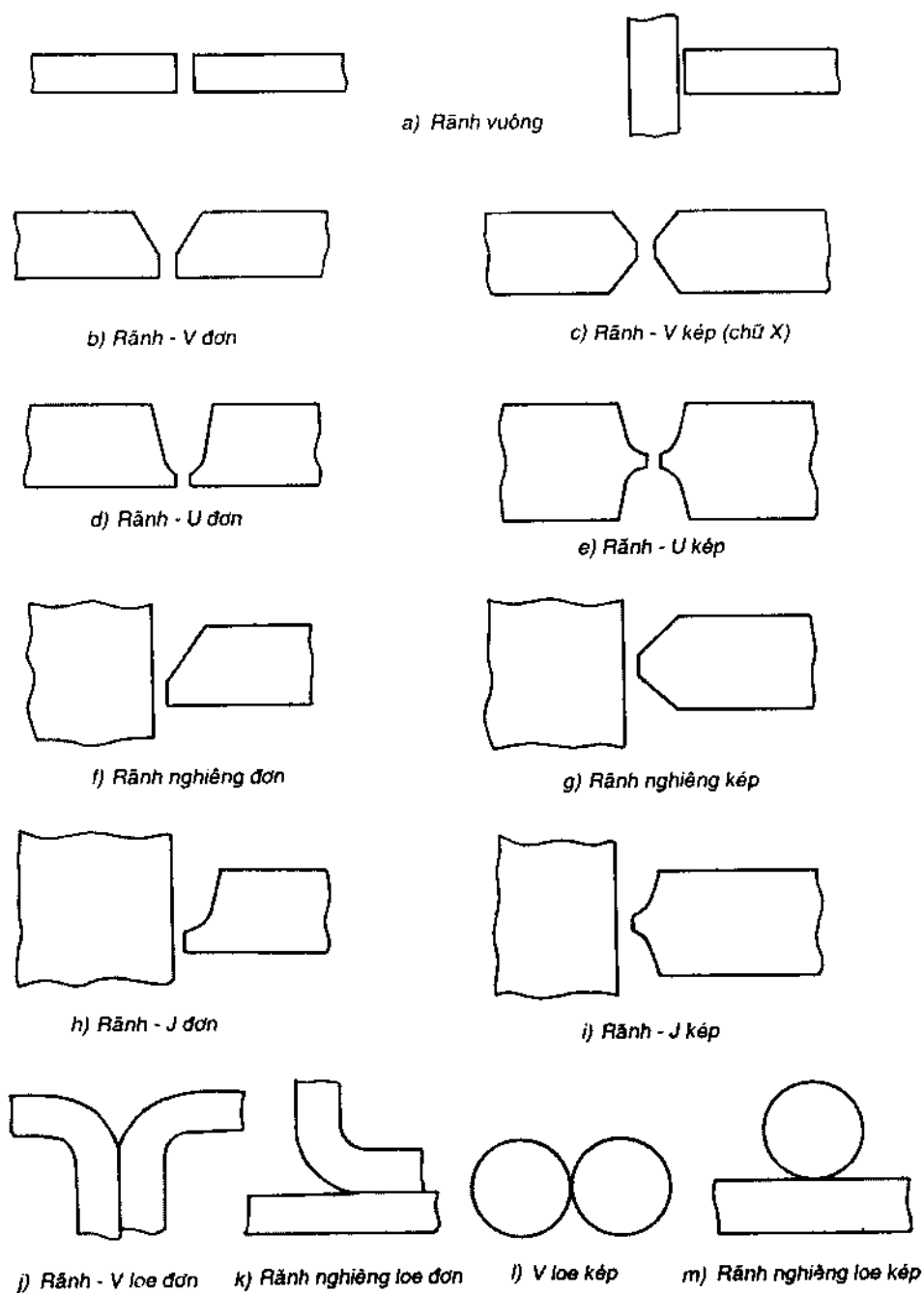
b) Lắp ghép.

Khi lắp ghép phải đặc biệt chú ý đến khe hở cho phép trong bảng 3.31.

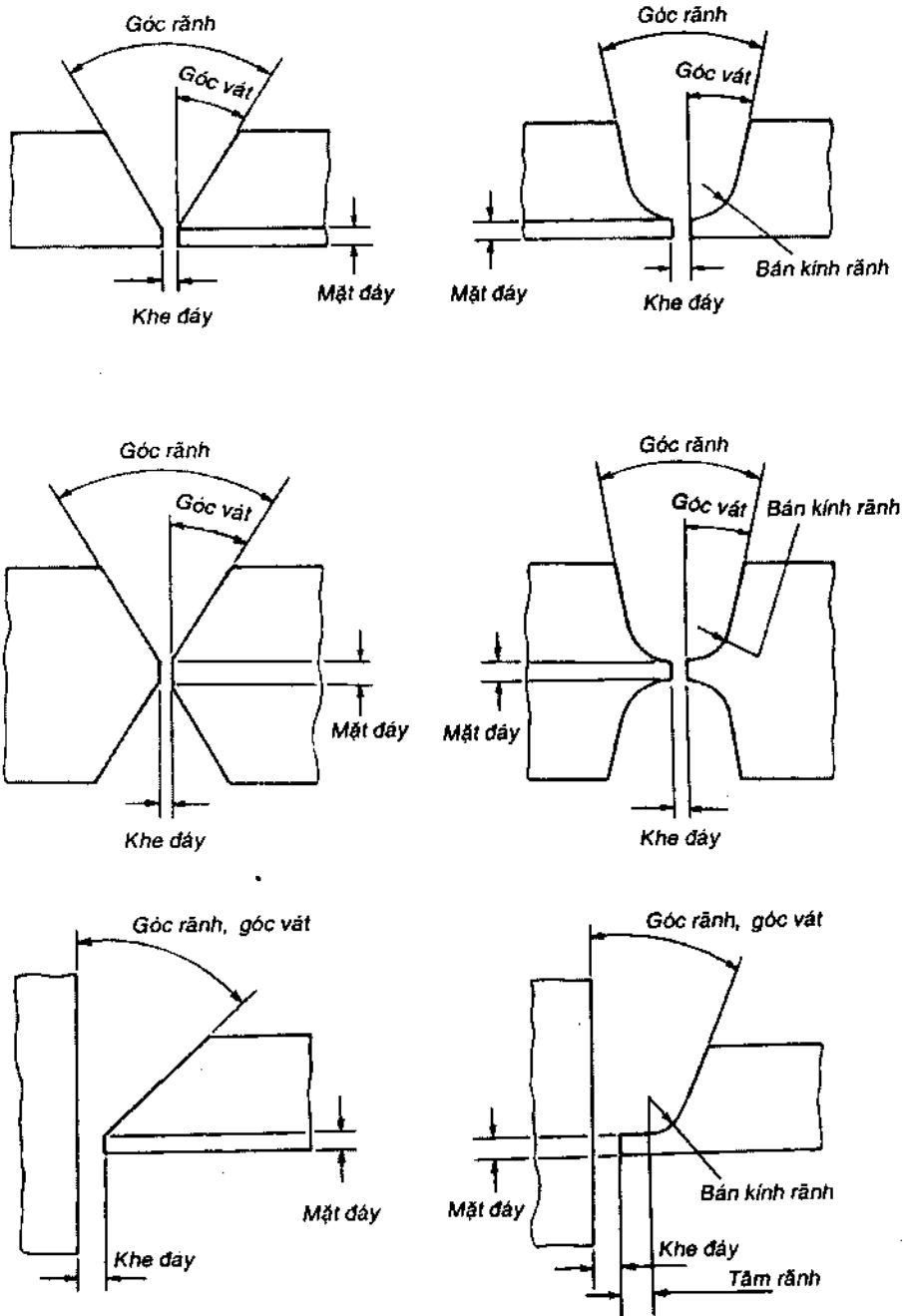
Bảng 3.31. Kích thước khe hở cho phép đối với các liên kết hàn giáp mối

Chiều dày tấm hàn [mm]	Kích thước khe hở cho phép [mm]	
	Không vát mép	Có vát mép
Từ 10-15	1-3	0,5-2
16-20	2-4	1-3
21-20	3-6	2-4

Ở thời điểm đầu khi hàn, kim loại còn chưa đủ nóng có thể xảy ra hiện tượng không ngấu. Ở cuối mối hàn có thể tạo thành các rỗ khí, nứt và co. Vì vậy khi hàn cần phải bắt đầu và kết thúc mối hàn ở các tấm đệm công nghệ.



Hình 3.22. Các kiểu rãnh hàn (vết mếp hàn)



Hình 3.23. Các yếu tố rãnh hàn (vát mép hàn)

1.7. Tính hàn của thép kết cấu

Tính hàn là khả năng của kim loại hoặc hợp kim cho phép hình thành mối hàn bằng các công nghệ hàn thông thường, thích hợp để mối hàn đạt được các tính chất cần thiết, đảm bảo độ tin cậy của liên kết hàn khi làm việc.

Do vậy chỉ tiêu để đánh giá tính hàn là sự cần thiết phải nung nóng, gia công nhiệt thép khi hàn. Tính hàn được đánh giá theo các kết quả hàn các mẫu thử đặc biệt trong các điều kiện hàn nhất định. Thép cacbon thấp có tính hàn tốt đối với các phương pháp hàn khác nhau. Khi hàn thép cacbon trung bình và cao trong mối hàn và vùng lân cận mối hàn có thể tạo thành các vết nứt.

Khi hàn đa số các thép hợp kim cao (đặc biệt là thép crôm) thường xuất hiện các khó khăn do việc cháy cacbon và các nguyên tố hợp kim, sự tạo thành các vết nứt, v.v. Khi hàn các thép này phải nung nóng trước và trong khi hàn; sau đó xử lý nhiệt bằng các biện pháp đặc biệt với từng loại thép. Bằng cách hàn và thử nghiệm các mẫu hàn người ta chọn chế độ hàn cho từng loại thép cụ thể.

1.8. Ảnh hưởng của thành phần hóa học trong thép đến tính hàn

Tính hàn của thép phụ thuộc chủ yếu vào thành phần hóa học của nó.

- *Cacbon*. Thép có hàm lượng cacbon tới 0,25% có tính hàn tốt. Hàm lượng cacbon càng tăng, tính hàn càng kém vì nó làm tăng khả năng thấm tôi của kim loại mối hàn và của vùng lân cận mối hàn và như vậy tăng khả năng xuất hiện vết nứt. Khi cháy cacbon dễ tạo ra một lượng lớn các rỗ khí.

- *Mangan*. Với một lượng nhỏ (dưới 1%) mangan không ảnh hưởng tới tính hàn. Khi hàm lượng mangan tăng tính thấm tôi tăng, sẽ dẫn đến nứt.

- *Silic*. Hàm lượng silic tăng sẽ khó hàn do tính chảy loãng của thép lớn và tạo thành ôxy silic khó nóng chảy ở lại trong mối hàn dưới dạng rỗ xỉ.

- *Crôm* làm giảm tính hàn của thép vì bị ôxy hóa tạo thành ôxyt crôm khó nóng chảy. Khi crôm tác dụng với cacbon tạo thành cacbit crôm, làm giảm tính dẻo của kim loại mối hàn và tăng độ cứng vùng lân cận mối hàn.

- *Niken*. Hàm lượng niken trong thép có thể thay đổi trong một phạm

vi lớn. Niken có tác dụng làm nhỏ hạt, tăng tính dẻo và tăng độ bền của thép. Niken có tác động tích cực tới tính hàn của thép, nhưng phải có biện pháp bảo vệ tốt chống lại tác động của ôxy vì nó dễ bị ôxy hóa.

- *Molipden* có trong thành phần của tất cả các thép hợp kim bền nhiệt. Nó làm thép có hạt nhỏ, giữ độ bền ở nhiệt độ cao, nhưng làm giảm tính hàn và là nguyên nhân gây nên vết nứt ở kim loại mối hàn và vùng lân cận mối hàn.

- *Phot pho* là thành phần có hại trong thép vì làm tăng khả năng nứt nguội.

Ảnh hưởng của từng nguyên tố riêng biệt sẽ tăng lên khi kết hợp với các nguyên tố khác, đặc biệt là với cacbon. Để đánh giá gần đúng tính hàn của thép theo thành phần hóa học của nó, người ta tính theo một công thức thành phần cacbon tương đương, theo đó có thể đánh giá tính hàn của mác thép đã cho.

1.9. Phương pháp hàn các mối hàn.

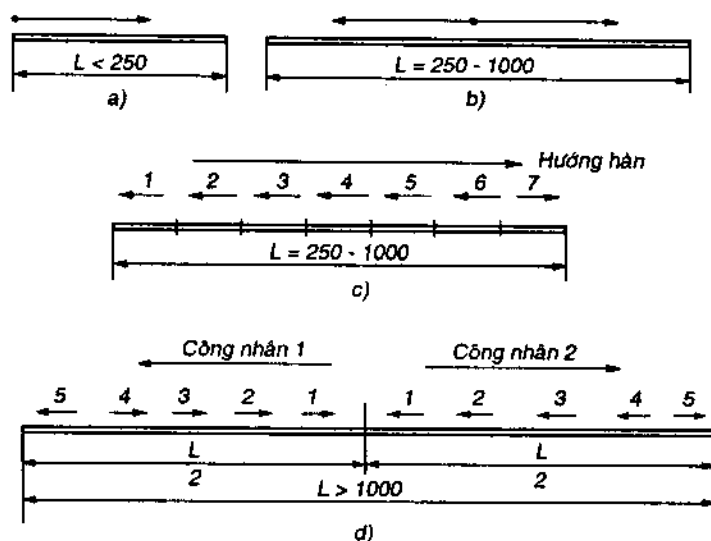
Phương pháp tiến hành hàn các mối hàn phụ thuộc vào chiều dài và chiều dày tấm hàn. Mối hàn có chiều dài tới 250 mm được coi là mối hàn ngắn, từ 250 ÷ 1000 mm là trung bình; lớn hơn 1000 mm là mối hàn dài.

Những mối hàn ngắn được hàn một mạch liên tục (hình 3.24a) từ đầu đến cuối cùng một hướng.

Mối hàn dài trung bình thường được hàn một mạch từ giữa về hai phía (hình 3.24b) hoặc kiểu hàn ngắt bậc (hình 3.24c). Trong kiểu hàn sau mối hàn được chia ra thành từng đoạn dài 100 ÷ 350 mm sao cho mỗi đoạn như vậy hàn mất đúng một que hàn. Trong trường hợp này việc chuyển từ đoạn này sang đoạn khác trùng với lúc phải thay que hàn. Mỗi đoạn nhỏ như vậy được hàn theo hướng ngược lại với hướng chung của cả mối hàn. Đoạn cuối cùng 7 sẽ được hàn theo như hình 3.24c.

Những mối hàn dài cũng được hàn từ giữa hai phía, nhưng theo phương pháp ngắt bậc ngược, lúc này có thể sử dụng hai thợ hàn cùng một lúc (hình 3.24d).

Phương pháp hàn từ giữa về hai phía của mối hàn cũng như phương pháp hàn ngắt bậc có khả năng làm giảm ứng suất và biến dạng hàn.



Hình 3.24. Phương pháp hàn các mối hàn có chiều dài khác nhau
a) hàn một mạch liên tục từ đầu đến cuối; b) hàn từ giữa về hai phía; c) hàn ngắt bậc;
d) hàn ngắt bậc từ giữa ra hai phía.

1.10. Hàn thép kết cấu cacbon thấp

Thép cacbon thấp thuộc loại thép có tính hàn tốt. Đối với các loại thép này, công nghệ hàn được chọn theo yêu cầu đảm bảo đồng bộ độ bền so với kim loại cơ bản và không gây ra các khuyết tật trong liên kết hàn.

a) Hàn bằng que hàn và dây hàn bột

Tùy theo độ bền của thép và yêu cầu đối với kết cấu mà chọn loại que hàn. Trong những năm gần đây, để hàn các kết cấu chế tạo từ thép cacbon thấp, người ta dùng que hàn E 46T có lớp thuốc bọc rutil hoặc các que: AHO-3; AHO-4; OZC-4;...

Đối với các kết cấu đặc biệt quan trọng người ta dùng que hàn có thuốc bọc fluocanxi và fluocancirutin, loại E42A, hoặc que УОНИ -13/45; CM-11.

Các loại que hàn năng suất cao có chứa bột sắt trong vỏ bọc và que hàn cho độ sâu ngấu lớn cũng được sử dụng rộng rãi trong thời gian gần đây, ví dụ, AHO-5.

Để hàn năng suất cao các mối hàn đứng theo phương pháp hàn từ trên xuống dưới, người ta thường dùng que hàn AHO-9. Loại que hàn này cũng được dùng để hàn các mối hàn có các vị trí khác trong không gian.

Ở chế độ hàn thép cacbon thấp, que hàn được chọn theo chiều dày kim loại cơ bản và loại mối hàn (một lớp hoặc nhiều lớp, bảng 3.32).

Bảng 3.32. Chế độ hàn thép cacbon thấp

Chiều dày kim loại (mm)	0,5-1	1,1-2	2,1-5	5,1-10	15,1-20	>20
Đường kính que hàn (mm)	1-1,5	1,5-2,5	2,5-4	4-5	5-6	6-7

Trong bảng 3.33 là giá trị tối ưu của dòng điện hàn khi hàn hồ quang tay với đường kính que hàn khác nhau.

Bảng 3.33. Cường độ dòng điện hàn khi hàn các que hàn có đường kính khác nhau

Mác que hàn	Đường kính (mm)	Dòng điện hàn $I_n(A)$ khi vị trí mối hàn		
		sấp	đứng	trần (ngửa)
AHO-3	3	100-140	90-110	100-120
	4	170-200	140-160	140-160
AHO-4	5	200-270	150-170	-
	6	270-320	-	-
YOHИ	3	80-110	70-100	70-100
	4	120-150	100-130	100-130
	5	160-190	110-170	-
	6	190-230	-	-

Tùy theo loại thuốc bọc vỏ que hàn mà người ta chọn loại dòng điện hàn và cách đấu cực. Khi hàn các mối hàn góc của các tấm tôn dày và hàn lớp lót của lớp hàn đầu tiên, ta nên nung nóng chi tiết hàn tới nhiệt độ $120\div 150^{\circ}C$ để tăng thêm khả năng ngấu kim loại mối hàn và chống lại sự xuất hiện vết nứt nóng.

Khi hàn sửa chữa các vùng có khuyết tật nên tiến hành hàn một đoạn có chiều dài không nhỏ hơn 100 mm.

Các mối hàn đỉnh không ngấu làm giảm đáng kể tính dẻo của kim loại trong vùng này và dẫn đến giảm khả năng làm việc của kết cấu.

Khi hàn bán tự động thép cacbon thấp, người ta sử dụng dây hàn bột ПП-AH1; ЭPC-5/2.

Ngoài ra năng suất khi hàn bằng dây hàn bột sẽ tăng khi tiến hành hàn nó trong môi trường khí bảo vệ CO₂. Điều này cho phép tăng mật độ dòng điện, giảm lượng bắn tóe và do đó tăng năng suất lên 1,5÷2 lần. Chế độ hàn được chọn theo vị trí của mối hàn và đường kính dây (bảng 3.34).

Bảng 3.34. Chế độ hàn bằng dây hàn bột

Vị trí mối hàn	Đường kính dây (mm)	Dòng điện hàn (A)	Điện áp hồ quang (V)	Tốc độ dẫn dây (mm/s)
Sấp	2,5	280-400	24-27	48-69
Ngang	2,5	200-300	23-26	38-48
	2	180-240	22-24	50-59
Đứng	2	140-180	22-24	38-48

Năng suất khi hàn bán tự động bằng dây hàn bột cao hơn 1,5÷2 lần so với phương pháp hàn tay.

b) Hàn dưới lớp thuốc

Khi hàn dưới lớp thuốc, để đạt được độ bền đều đối với thép cacbon thấp, người ta sử dụng loại thuốc hàn có thành phần mangan và silic cao như AH-348A; OClI-45 và các loại dây hàn như CB-08; C_B-08ΓA. Khi hàn các kết cấu quan trọng người ta thường dùng loại thuốc hàn này và loại dây hàn C_B-08ΓA.

Để thu được khối lượng đắp đáng kể khi hàn tự động dưới lớp thuốc người ta sử dụng dây Ø4 và Ø5 mm, còn khi hàn các vật mỏng, người ta sử dụng dây Ø0,8÷3 mm.

Khi hàn bán tự động ta dùng dây Ø0,8÷2 mm.

c) Hàn các mối hàn giáp mối và mối hàn góc dưới lớp thuốc

Khi hàn các kết cấu chế tạo từ thép cacbon thấp, người ta sử dụng rộng rãi phương pháp hàn không vát mép.

Quá trình vát mép chỉ cần thiết để tạo dáng mối hàn tốt hơn và khi bề dày kim loại quá lớn mà ta không hàn ngấu được.

Chế độ hàn các mối hàn giáp mối phụ thuộc vào loại mối hàn (một phía, hai phía, một lớp, nhiều lớp); vào phương pháp chuẩn bị mép hàn (có

vát mép, không vát mép, có khe hở) và vào phương pháp giữ vững hàn (đệm thuốc, đệm đồng, hàn lót bằng tay).

Chế độ hàn các mối hàn giáp mối có chiều dày tới 16 mm hàn với dây $\varnothing 1.6 \div 2$ mm cho trong bảng 3.35.

Bảng 3.35. Chế độ hàn bán tự động dưới lớp thuốc của mối hàn giáp mối

Chiều dày tấm (mm)	Đường kính dây (mm)	Điện một chiều				Điện xoay chiều				Phạm vi sử dụng
		I_h (A)	U_h (V)	V_d (m/h)	V_h (m/h)	I_h (A)	U_h (V)	V_d (m/h)	V_h (m/h)	
3	1,6	180-190	24-26	100-105	30-35	-	-	-	-	Khi hàn trên đệm thuốc
	2,0	190-200	26-28	80-85	30-35	-	-	-	-	
5	1,6	240-260	28-30	170-175	25-30	250-275	30-32	170-175	20-25	Khi khe hở hàn ≤ 1 mm
	2,0	260-280	28-30	140-145	25-30	275-300	32-34	140-145	20-25	
12	2,0	420-440	32-34	280-290	15-20	425-450	34-36	280-290	15-20	
16	2,0	420-440	34-36	280-290	12-16	425-450	36-38	280-290	12-16	Vát mép về mỗi phía với chiều sâu 4 mm

Chế độ hàn các mối hàn góc dưới lớp thuốc được tiến hành ở tư thế "lòng thuyền" hoặc thế "góc" cho trong bảng 3.36 và 3.37.

Bảng 3.36. Chế độ hàn tự động và bán tự động dưới lớp thuốc mối hàn góc

Cạnh mối hàn (mm)	Đường kính dây (mm)	I_h (A)	U_h (V)		V_h (m/h)
			Điện xoay chiều	Điện một chiều	
6	2	360-390	32-34	30-32	26-28
	3	500-525	34-36	30-32	45-47
	4	575-600	34-36	30-32	52-54
8	2	420-440	32-34	32-34	22-25
	4	575-625	34-36	32-34	30-32
	5	675-725	34-36	32-34	30-32
10	2	420-440	34-36	32-34	12-15
	4	650-700	34-36	32-34	23-25
	5	725-775	34-36	32-34	23-25

Bảng 3.37. Chế độ hàn tự động và bán tự động dưới lớp thuốc

Cạnh mối hàn (mm)	Đường kính dây (mm)	$I_h(A)$	$U_h(V)$	$V_h(m/h)$
4	2	120-200	26-28	28-30
	3	350-370	28-30	53-55
5	2	260-280	28-30	28-30
	3	450-470	28-30	54-58
	4	480-500	28-30	58-60
7	2	375-400	30-32	28-30
	3	500-550	30-32	44-46
	4	675-700	32-34	48-50

Ghi chú: dùng dòng một chiều hoặc xoay chiều.

d) Hàn trong khí bảo vệ

Khi hàn tự động và bán tự động với điện cực nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ (khí CO_2) những chi tiết có chiều dày $0,8 \div 3mm$ và các mối hàn góc có cạnh $1 \div 4 mm$ người ta sử dụng dây hàn $\varnothing 0,5 \div 1,4 mm$. Còn khi hàn với dây $\varnothing 1,4 \div 4 mm$ người ta tiến hành hàn ở vị trí hàn sấp và sử dụng cho chi tiết có độ dày lớn.

Khi hàn thép cacbon thấp sôi hoặc lỏng trong môi trường khí bảo vệ CO_2 , người ta sử dụng dây hàn loại $C_B-08\Gamma C$ hoặc $C_B-08\Gamma 2C$ được hợp kim hóa bởi mangan và silic cũng như dây hàn $C_B-12\Gamma C$.

Khi hàn thép có thành phần cacbon $0,2 \div 0,25\%$ nên dùng dây hàn loại $C_B-08\Gamma C$ hoặc $C_B-08\Gamma 2C$.

Độ ổn định của hồ quang hàn khi hàn trong khí bảo vệ CO_2 đạt được ở mật độ dòng điện $100 A/mm^2$, bảng 3.38.

Khi hàn ở các vị trí khác nhau với vị trí hàn sấp thì chỉ nên dùng dây hàn có đường kính $0,5 \div 1,4mm$, dòng điện hàn và điện áp hồ quang phải ở

mức nhỏ nhất; tuy nhiên vẫn phải để hồ quang ổn định. Tăng điện áp hồ quang sẽ dẫn tới sự bắn tóe lớn, ảnh hưởng tới quá trình hàn.

Hàn tự động các mối hàn sắp có thể tăng tối đa dòng điện. Hàn bán tự động ở vị trí hàn sắp dùng dây $\varnothing 0,5 \div 2,5$ mm với dòng điện trung bình và điện áp nhỏ nhất cho trong bảng 3.38. Khi đó độ bắn tóe và độ ôxy hóa cũng nhỏ nhất.

Hàn mối hàn giáp mối và mối hàn góc thường phải có các động tác dao động đầu dây hàn. Nếu khe hở giữa các mép hàn quá lớn có thể hàn bằng cách điều khiển dây hàn ngắt quãng, thời gian dừng khoảng $0,25 \div 0,5$ giây.

Khi hàn trong môi trường khí bảo vệ CO_2 người ta cũng dùng dây hàn bột loại ПП-AH4; ПП-AH8 có đường kính 2 và 3 mm. Quá trình hàn được tiến hành ở vị trí hàn sắp, nghiêng và ngang. Dòng điện hàn là dòng một chiều cực nghịch, đặc tính cứng (dây hàn đường kính 2 và 2,5 mm; $I_h = 180 \div 250\text{A}$; $U_h = 25 \div 47\text{V}$). Dây hàn bột ПП-AH8 đường kính 3 mm có thể hàn với dòng điện xoay chiều có mật độ dòng điện lớn ($I_h = 400 \div 600\text{A}$; $U_h = 25 \div 38\text{V}$). Hàn bằng dây hàn bột trong môi trường khí bảo vệ cho kim loại hàn tương đối dẻo, cải thiện hình dáng mối hàn, giảm bắn tóe hơn so với hàn bằng dây hàn $\text{C}_{11}\text{-08Г2C}$.

**Bảng 3.38. Thông số hàn trong môi trường khí bảo vệ CO_2
(điện một chiều cực nghịch)**

Thông số	Đường kính dây (mm)							
	0,5	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5
Dòng hàn (A)	30-100	50-150	60-180	90-140	100-500	120-550	200-600	250-700
Điện áp hồ quang (V)	18-20	18-22	18-24	18-42	18-45	19-46	23-40	24-42
Tâm với điện cực (mm)	6-10	8-12	8-14	10-40	10-45	15-50	15-60	17-75

Người ta cũng sử dụng rộng rãi dây hàn C₈-20ГTIOA để hàn trong khí bảo vệ. Khi hàn dây này trong khí bảo vệ CO₂ các chỉ số công nghệ sẽ được cải thiện hơn so với hàn bằng dây C₈-08Г2C (hồ quang cháy ổn định hơn, ít bắn tóe hơn, cơ tính mối hàn tương đương như khi hàn que Э50). Bảng 3.39 và 3.40 là chế độ hàn tự động và bán tự động trong môi trường khí bảo vệ CO₂ đối với mối hàn góc và mối hàn giáp mối.

Bảng 3.39. Chế độ hàn góc tự động và bán tự động trong môi trường khí bảo vệ CO₂

Chiều dày tấm (mm)	Đường kính dây (mm)	Cạnh mối hàn (mm)	Số lớp hàn	Dòng điện hàn I _h (A)	Điện thế hàn U _h (V)	Tốc độ hàn (m/h)	Tầm với điện cực (mm)	Tiêu hao khí (l/ph)
1-1,3	0,5	1,0-1,2	1	50-60	18-20	18-20	8-10	5-6
1-1,5	0,6	1,2-2,0	1	60-70	18-20	18-20	8-10	5-6
1,5-2,0	0,8	1,2-3,0	1	60-120	18-20	16-20	8-12	6-8
1,5-3,0	1,0	1,5-3,0	1	75-150	18-20	16-20	8-12	8-10
1,5-4,0	1,2	2,0-4,0	1	90-180	20-28	16-20	10-15	8-10
3,0-4,0	1,4	3,0-4,0	1	150-250	21-28	20-28	16-22	12-14
4,0-5,0	1,6	4,0-5,0	1	230-360	26-35	26-35	16-25	16-18
5,0-6,0	2,0	5,0-6,0	1	250-380	27-36	28-36	20-30	16-18
Không nhỏ hơn cạnh	2,0	7,0-9,0	1	320-380	30-35	20-25	20-30	18-20
mối hàn	2,0	9,0-11,0	2	320-380	30-38	24-28	20-30	18-20
	2,0	11,0-13,0	3	320-380	30-38	24-28	20-30	18-20
	2,0	13,0-15,0	4	320-380	30-38	24-28	20-30	18-20

Bảng 3.40. Chế độ hàn bán tự động mối hàn giáp mối trong môi trường khí bảo vệ CO₂

Chiều dày tấm (mm)	Số lớp hàn	Khe hở hàn (mm)	Đường kính dây (mm)	I _h (A)	U _h (V)	B _h (m/h)	Tiêu hao khí (l/ph)
0,6-1,0	1	0,5-0,8	0,5-0,8	50-60	18-20	20-30	6-7
1,2-2,0	1-2	0,8-1,0	0,8-1,0	70-120	18-21	18-25	10-12
3-5	1-2	1,6-2,2	1,4-2,0	280-320	22-39	20-25	14-16
6-8	1-2	1,8-2,2	2,0	280-380	28-35	18-24	16-18
8-12	2-3	1,8-2,2	2,5	280-450	27-35	16-30	18-20

1.11. Hàn thép cacbon trung bình

Khi hàn thép cacbon trung bình người ta thường phải nung nóng sơ bộ tới nhiệt độ $250^{\circ}\text{C} \div 300^{\circ}\text{C}$. Tuy vậy nung nóng sơ bộ cũng có một số nhược điểm. Nếu nung nóng quá có thể gây ra các vết nứt do tăng chiều sâu ngấu trong kim loại cơ bản dẫn đến tăng thành phần cacbon trong kim loại mối hàn.

Để giảm lượng kim loại cơ bản tham gia vào thành phần kim loại mối hàn khi hàn thép cacbon trung bình bằng phương pháp hàn hồ quang tay, nên vát mép và hàn tới nhiệt độ sao cho chiều sâu ngấu của kim loại cơ bản là ít nhất và hệ số hình dạng mối hàn là lớn nhất. Khi hàn dưới lớp thuốc người ta thường dùng thuốc hàn AH-348A và OLC-45; dây hàn CB-08A và CB-08 ГA, CB-10Г2.

Khi hàn thép cacbon trung bình bằng phương pháp hồ quang tay người ta dùng que hàn có thuốc bọc fluocanci YOHI-13/55 và YOHI-13/45 để đảm bảo đủ độ bền và khả năng chống lại sự tạo thành các vết nứt nóng.

Công nghệ hàn thép cacbon trung bình trong môi trường khí bảo vệ cũng như khi hàn bằng tay và hàn dưới lớp thuốc dựa trên cơ sở sao cho giảm được lượng kim loại cơ bản tham gia vào thành phần kim loại mối hàn và tạo dáng mối hàn tốt. Hàn thép cacbon trung bình trong môi trường khí bảo vệ được dùng hơn so với phương pháp khác.

1.12. Hàn thép hợp kim thấp

a) Công nghệ hàn bằng que hàn có thuốc bọc

Công nghệ hàn thép hợp kim thấp bằng que hàn có thuốc bọc dùng nhiều hơn so với công nghệ hàn thép cacbon thấp.

Thép hợp kim thấp chủ yếu được hàn bằng que hàn có vỏ fluocanci dạng E42A, E50A. Đối với các loại thép có thành phần cacbon thấp (ví dụ, thép 09Mn2) trong nhiều trường hợp ta dùng que hàn có thuốc bọc rutin AHO-1, (loại E42T). Sử dụng rộng rãi nhất vẫn là que hàn YOHI-3/45 CM-11 hoặc AHO-8 (loại E42A) và YOHI-13/45... vì chúng đảm bảo độ bền và độ dẻo của kim loại mối hàn tương đương với kim loại cơ bản.

Độ bền cao của kim loại mối hàn khi hàn que E42A là do tính công nghệ của que hàn.

Để hàn các mối hàn vòng của đường ống dẫn làm việc ở nhiệt độ -70°C , ví dụ, hàn thép 10Г2, người ta dùng que hàn BCH-3 (E50AΦ) có vỏ bọc fluocanxi.

b) Công nghệ hàn dưới lớp thuốc

Trong đa số các trường hợp người ta dùng các vật liệu hàn giống như khi hàn thép cacbon thấp: thuốc nóng chảy AH-348A; AH-60 và các loại dây hàn C_B-08ΓA, C_B-10Г2. Để hàn thép hợp kim 15Г2AΦ trong một loạt các trường hợp người ta dùng loại thuốc có hàm lượng silic thấp AH-22 cùng với dây C_B-08XM và C_B-10HMA. Tuy nhiên mối hàn trong trường hợp này có khả năng chống nứt nóng kém.

c) Công nghệ hàn trong khí bảo vệ

Đa số các phương pháp hàn bán tự động được thực hiện trong môi trường khí bảo vệ CO₂. Công nghệ hàn thép hợp kim thấp trong môi trường khí bảo vệ không khác gì so với hàn thép cacbon thấp. Trên thực tế ở đây người ta vẫn sử dụng các loại vật liệu hàn dùng để hàn cho thép cacbon thấp, ví dụ, thép 15XCHД, 14XГC và 10XCHД được hàn bằng dây C_B-08Г2C. Khi hàn một lớp và cả khi hàn không quá 2÷3 lớp có thể sử dụng dây C_B-12ГC.

d) Hàn bán tự động trong môi trường CO₂ có thể được tiến hành với dây hàn bột ПП-AH4; ПП-AH8 trên thép 09Mn2. Mối hàn này có độ bền tương đương kim loại cơ bản và có tính dẻo cao.

Để tăng tính chống gỉ của mối hàn trong nước biển có thể sử dụng dây hàn C_B-08Г2CX (có thêm thành phần nguyên tố hợp kim crôm).

1.13. Hàn thép không gỉ và hàn nhôm

Đối với hàn thép không gỉ và hàn nhôm, công nghệ được áp dụng là hàn hồ quang tay trong môi trường khí trơ (Ar) - hàn MIG, TIG. Chế độ hàn thực hiện theo các bảng 3.41 đến bảng 3.45.

Bảng 3.41. Chế độ hàn thép không gỉ

Chiều đáy mm	Loại mối hàn (**)	Dòng điện hàn				Đường kinh điện cực, mm	Tốc độ hàn (") cm/ph	Đáy hàn phụ Đường kinh, mm	Cỡ chụp khí			Lưu lượng Ar l/phút	Chú thích
		Loại nguồn, cực tính	Cường độ (A)						Chụp gốm (Max, 250A)	Chụp chịu va đập (Max, 50A)	Chụp kim loại		
			Hàn sấp	Hàn đứng	Hàn trần								
1,6	1,2	Một chiều cực thuận	80-100	70-90↑	70-90	1,6	30,5	1,6	4:5,6	4:5,6	6	4,7	
	5,6		100-120	80-100↑	80-100	1,6	25,4	1,6	4:5,6	4:5,6	6	4,7	
	7		80-100	70-90↑	70-90	1,6	30,5	1,6	4:5,6	4:5,6	6	4,7	
	8,9		90-110	80-100↑	80-100	1,6	25,4	1,6	4:5,6	4:5,6	6	4,7	
3,2	1,2	Một chiều cực thuận	100-120	90-110↑	90-110	1,6	30,5	1,6/3,2	4:5,6	4:5,6	6	4,7	
	5,6		110-130	100-120↑	100-120	1,6	25,4	1,6/3,2	4:5,6	4:5,6	6	4,7	
	7		100-120	90-110↑	90-110	1,6	30,5	1,6/3,2	4:5,6	4:5,6	6	4,7	
	8,9		110-130	100-120↑	100-120	1,6	25,4	1,6/3,2	4:5,6	4:5,6	6	4,7	
4,8	1,2	Một chiều cực thuận	120-140	110-130↑	105-125	1,6	30,5	3,2	4:5,6	4:5,6	6	4,7	
	6		130-150	120-140↑	120-140	1,6	25,4	3,2	4:5,6	4:5,6	6	4,7	
	7		120-140	110-130↑	115-130	1,6	30,5	3,2	4:5,6	4:5,6	6	4,7	
	8,9		130-150	115-130↑	120-140	1,6	25,4	3,2	4:5,6	4:5,6	6	4,7	
6,4	1,2	Một chiều cực thuận	200-250	150-200↑	150-200	3,2	25,4	4,8	6:7,8	6:7,8	6,8	7	
	6		225-275	175-225↑	175-225	3,2/4,8	20,3	4,8	6:7,8	6:7,8	6,8	7	
	7		200-250	150-200↑	150-200	3,2	25,4	4,8	6:7,8	6:7,8	6,8	7	
	8,9		225-275	175-225↑	175-225	3,2/4,8	20,3	4,8	6:7,8	6:7,8	6,8	7	
9,5	2,3	Một chiều cực thuận	275-350	200-250↑	200-250	4,8		6,4			8	7	1 hoặc 2 lượt
	6		300-375	225-275↑	225-275	4,8		6,4			8	7	1 hoặc 2 lượt
	7		275-350	200-250↑	200-250	4,8		6,4			8	7	1 lượt
	8,10		300-375	225-275↑	225-275	4,8		6,4			8	7	
12,7	3,4	Một chiều cực thuận	350-450	225-275↑	225-275	4,8/6,4		9,5			8	7	2 hoặc 3 lượt
	6		375-475	230-280↑	230-280	4,8/6,4		9,5			8	7	3 lượt
	8,10		375-475	230-280↑	230-280	4,8/6,4		9,5			8	7	3 lượt

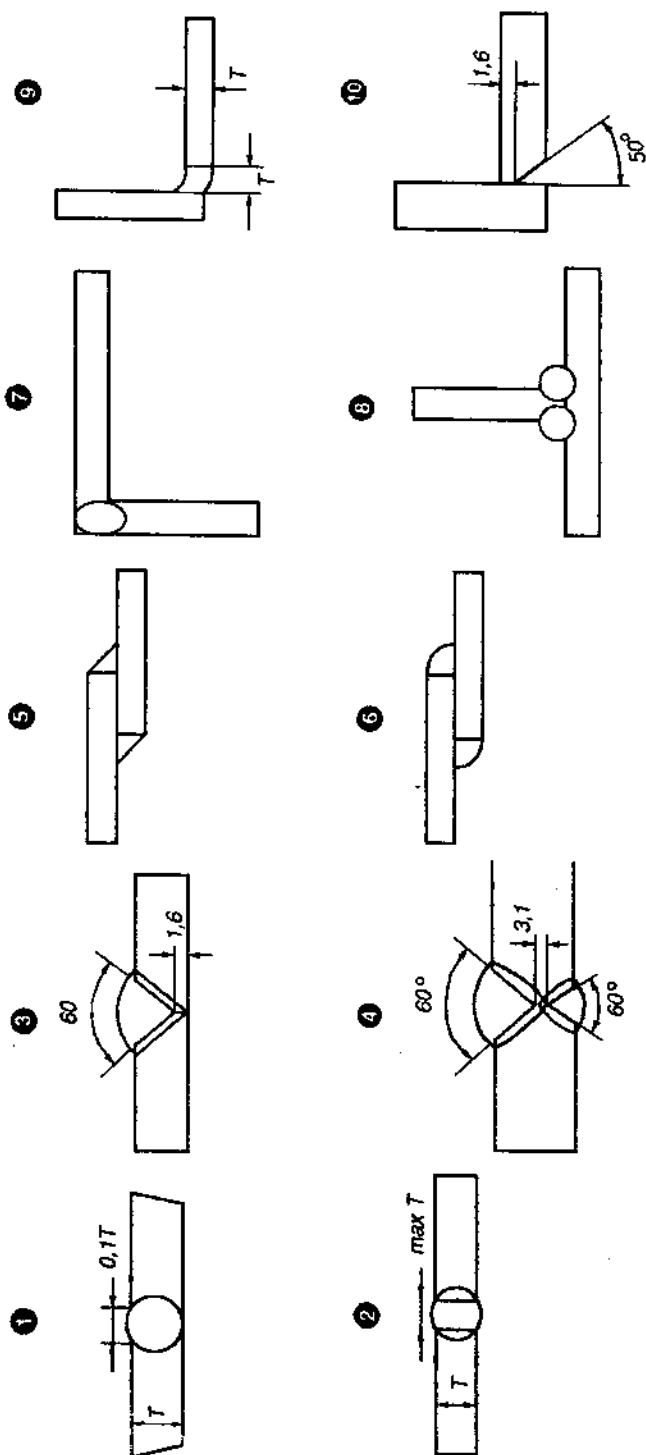
Chú thích: * : tốc độ hàn cho tư thế bàn bằng ; **: Tương ứng với số thứ tự trên hình 3-25; ↑ hàn đứng leo lên.

Bảng 3.42. Chế độ hàn nhôm

Chiều đày, mm	Loại mối hàn (***)	Dòng điện hàn				Đường kính điện cực, (°) mm	Tốc độ hàn (**) cm/ph	Đày hàn phụ kính, mm	Cỡ chụp khí	Lưu lượng Ar l/phút	Chú thích	
		Loại nguồn, cực tính	Cường độ A		Hàn trần							
			Hàn sấp	Hàn đứng								
1,6	1,2	60-80	60-80	60-80	1,2	30,5	0/1,2	4;5;6	4;5;6	6	7	
	4;5	70-90	70-90	70-90	1,2	25,4	0/1,2	4;5;6	4;5;6	6	7	
	6	60-80	60-80	60-80	1,2	30,5	0/1,2	4;5;6	4;5;6	6	7	
	7	70-90	70-90	70-90	1,2	25,4	0/1,2	4;5;6	4;5;6	6	7	
3,2	1,2	125-145	115-135↓	120-140	2,4	30,5	2,4/3,2	6;7	6;7	6;7	9,4	Dây 2,4 -trần Dây 2,4 -trần Dây 2,4 -đứng
	4;5	140-160	125-145↑	130-160	2,4	25,4	0/2,4	6;7	6;7	6;7	9,4	
	6	125-145	115-135↑	130-150	2,4	30,5	0/2,4	6;7	6;7	6;7	9,4	
	7	140-160	115-135↓	140-160	2,4	25,4	1,2/2,4	6;7	6;7	6;7	9,4	
4,8	1,2	190-220	190-220 ↑	180-210	3,2	27,9	3,2	7;8	7;8	6;8	9,4	
	4;5	210-240	190-220↑	180-210	3,2	22,8	3,2	7;8	7;8	6;8	9,4	
	6	190-220	180-210↑	180-210	3,2	27,9	3,2	7;8	7;8	6;8	9,4	
	7	210-240	190-220↓	180-210	3,2	22,8	3,2	7;8	7;8	6;8	9,4	
6,4	1,2	260-300	220-260↑	210-250	4,8	25,4	3,2/4,8		8;10; 12	8;10	11,8	Dây 3,2 - đứng và trần 2 lượt
	4;5	290-340	220-260↑	210-250	4,8	20,3	3,2/4,8		8;10; 12	8;10	11,8	
	6	280-320	220-260↑	210-250	4,8	25,4	3,2/4,8		8;10; 12	8;10	11,8	
	7	280-320	220-260↑	210-250	4,8	20,3	3,2/4,8		8;10; 12	8;10	11,8	
9,5	3	330-380	250-300	250-300	4,8/6,4	12,7	4,8/6,4			10	14,2	2 lượt
	5	330-380	250-300	250-300	4,8/6,4	12,7	4,8/6,4			10	14,2	
	7	350-400	250-300	250-300	4,8/6,4	12,7	4,8/6,4			10	14,2	
	9	330-380	250-300	250-300	4,8/6,4	12,7	4,8/6,4			10	14,2	
12,7	3	400-450	290-350↑	250-300	4,8/6,4	7,6	4,8/6,4			10	14,2	2 hoặc 3 lượt
	5	400-450	300-350↑	275-325	4,8/6,4	7,6	4,8/6,4			10	14,2	
	7	420-472	300-350↑	275-325	4,8/6,4	7,6	4,8/6,4			10	14,2	
	9	420-470	300-350 ↑	275-325	4,8/6,4	7,6	4,8/6,4			10	14,2	

Chú thích :

*; Nếu có 2 cỡ thì cỡ nhỏ hơn dùng cho hàn đứng và hàn trần. Sử dụng điện cực lớn hơn hoặc nhỏ hơn thì thiết bị hàn cho phép dùng dạng xung vuông cân.; **: Tốc độ hàn cho tư thế hàn bằng : ***: Tương ứng với số thứ tự trên hình 3-25; ↓ hàn đứng leo xuống; ↑ hàn đứng leo lên.



Hình 3.25. Các loại mối hàn

Bảng 3.43. Thành phần hóa học kim loại đúc thép không gỉ (AISI) % [12]

Thép	C ^a	Cr	Ni	Mo	Nb + Ta	Mn	Si	P	S
E308	0,08	18,0÷21,0	9,0÷11,0	-	-	2,5	0,90	0,04	0,03
E308L	0,04	18,0÷21,0	9,0÷11,0	-	-	2,5	0,90	0,04	0,03
E309	0,15	22,0÷25,0	12,0÷14,0	-	-	2,5	0,90	0,04	0,03
E309Nb	0,12	22,0÷25,0	12,0÷14,0	-	0,70÷1,00	2,5	0,90	0,04	0,03
E309Mo	0,12	22,0÷25,0	12,0÷14,0	2,0÷3,0	-	2,5	0,90	0,04	0,03
E310	0,20	25,0÷28,0	20,0÷22,5	-	-	2,5	0,90	0,03	0,03
E310Nb	0,12	25,0÷28,0	20,0÷22,0	-	0,70÷1,00	2,5	0,90	0,03	0,03
E310Mo	0,12	25,0÷28,0	20,0÷22,0	2,0÷3,0	-	2,5	0,90	0,03	0,03
E312	0,15	28,0÷32,0	8,0÷10,5	-	-	2,5	0,90	0,04	0,03
E16-8-2	0,10	14,5÷16,5	7,5÷9,5	1,0÷2,0	-	2,5	0,90	0,03	0,03
E316	0,08	17,0÷20,0	11,0÷14,0	2,0÷2,5	-	2,5	0,90	0,04	0,03
E316L	0,04	17,0÷20,0	11,0÷14,0	2,0÷2,5	-	2,5	0,90	0,04	0,03
E317	0,08	18,0÷21,0	12,0÷14,0	3,0÷4,0	-	2,5	0,90	0,04	0,03
E318	0,08	17,0÷20,0	11,0÷14,0	2,0÷2,5	6xC÷1,00	2,5	0,90	0,04	0,03
E320 ^b	0,07	19,0÷21,0	32,0÷36,0	2,0÷3,0	8xC÷1,0	2,5	0,60	0,04	0,03
E330	0,25	14,0÷17,0	33,0÷37,0	-	-	2,5	0,90	0,04	0,03
E347 ^c	0,08	18,0÷21,0	9,0÷11,0	-	8xC÷1,00 ^d	2,5	0,90	0,04	0,03
E349 ^e	0,13	18,0÷21,0	8,0÷10,0	0,35÷0,65	0,75÷1,2	2,5	0,90	0,04	0,03
E410	0,12	11,0÷13,5	0,60	-	-	1,0	0,90	0,04	0,03
E430	0,10	15,0÷18,0	0,60	-	-	1,0	0,90	0,04	0,03
E502	0,10	4,0÷6,0	0,40	0,45÷0,65	-	1,0	0,90	0,04	0,03
E505	0,10	8,0÷10,5	0,40	0,85÷1,20	-	1,0	0,90	0,04	0,03
E7Cr	0,10	6,0÷8,0	0,40	0,45÷0,65	-	1,0	0,90	0,04	0,03

Các giá trị đơn là giá trị tối đa. ^a: độ chính xác tới 0,01% gần nhất; ^b: hàm lượng Cu= 3,4 + 4,0%;

^c: hàm lượng crôm tối thiểu = 1,9XNi khi có quy định; ^d: tối đa 0,10% Ta khi có quy định; ^e: tối đa 0,15% Ti. Kim loại đúc này cũng chứa 1,25÷1,75%W.

Bảng 3.44. Lựa chọn vật liệu hàn cho thép không gỉ [12]

Thép	Thép đúc	Điều kiện vận hành	Que hàn	Dây hàn, dây hàn phụ
201	CF-8 CF-20	Trạng thái sau khi hàn hoặc ủ	E308	ER308
202				
301				
302				
304				
305				
308				
302B		Trạng thái sau khi hàn	E309, E310	ER309
303 303Se		Trạng thái sau khi hàn hoặc ủ	E312, E309	ER314
304L	CF-3	Trạng thái sau khi hàn	E308L, E347	ER308L, ER347
308L		Trạng thái sau khi hàn	E308L	ER308L
309	CH20	Trạng thái sau khi hàn	E309	ER309
309S		Trạng thái sau khi hàn	E309, E309Nb	ER309
310	CK-20	Trạng thái sau khi hàn	E310	ER310
310S		Trạng thái sau khi hàn	E310, E310Nb	ER310
316	CF-8M, CF-12M	Trạng thái sau khi hàn hoặc ủ	E316, E309NB ^a	ER316 ^b
316L	CF-3M	Trạng thái sau khi hàn hoặc ủ	E316, E309Nb ^a	ER316L ^b
317	CG-8M	Trạng thái sau khi hàn hoặc ủ	E317 ^a	ER317
321 321H		Trạng thái sau khi hàn	E347	ER347
347 347H 349 348H		Trạng thái sau khi hàn	E347	ER347
403		Trạng thái ủ hoặc tôi	E410	ER410
410		Trạng thái sau khi hàn	E308, E309, E310	ER308, ER309, ER310
420		Trạng thái ủ hoặc tôi Trạng thái sau khi hàn	E420 E308, E309 E310	ER420 ER308, ER309, ER310

a) Que hàn để hàn nhôm và hợp kim nhôm

Que hàn nhôm và hợp kim nhôm được sử dụng để hàn hồ quang tay trong chế tạo các kết cấu chịu tải đơn giản và trong sửa chữa. Tiêu chuẩn AWS A5.3 phân ra 2 loại que hàn, bảng 3.45.

Bảng 3.45. Phân loại que hàn cho nhôm và hợp kim nhôm

Ký hiệu	Thành phần [%]	Độ bền [MPa]	Kim loại cơ bản
E1100	(Si + Fe) ≤ 0,95; 0,05 Cu; Zn ≤ 0,1	90	Nhôm kỹ thuật
E3003	Si ≤ 0,95; Fe ≤ 0,7; 0,05 + 0,20 Cu; Zn ≤ 0,1; 1 + 1,5 M	100	Hợp kim 1100 và 3003

Khi hàn các loại que hàn này, cần sấy que hàn đến 175 ÷ 200°C để khử hơi nước nhằm tránh rỗ khí. Nhiệt độ nung nóng sơ bộ là 150 ÷ 200°C.

b) Dây hàn (dây hàn phụ) cho nhôm và hợp kim nhôm

Theo tiêu chuẩn AWS.A5-10-198 dây hàn được cho trong bảng 3.46.

Bảng 3.46. Phân loại dây hàn nhôm và hợp kim nhôm

Ký hiệu	Thành phần kim loại [%]
ER 1100	≥ 99,0 Al
ER 2319	6,3 Cu; (V + Zr) có kiểm soát; Al còn lại
ER 4043	5,3 Si; Al còn lại
ER 4047	12 Si; 4 Cu; Al còn lại
ER 4145	10 Si; 4 Cu; Al còn lại
ER 5183	0,8 Mn; 4,9 Mg; Al còn lại
ER 5356	0,1 Mn; 5 Mg; Al còn lại
ER 5554	0,8 Mn; 5,1 Mg; Al còn lại
ER 5654	3,5 Mg; Mn không đáng kể; Al còn lại
R 242	4 Cu; 1,5 Mg; 2 Ni; Al còn lại
R 295	4,5 Cu; Al còn lại
R 355	5 Si; 1,2 Cu; 0,5 Mg; Al còn lại
R 356	7 Si; 0,3 Mg; Al còn lại

2. Hàn các kết cấu thép dùng trong xây dựng

2.1. đặc điểm gia công kim loại để hàn

Sự co mối hàn và biến dạng có thể giảm đáng kể kích thước chung của kết cấu. Vì vậy khi chuẩn bị gia công chi tiết cần phải có một lượng dư kích thước so với kích thước thiết kế. Trong các kết cấu giàn loại nhẹ, trung bình và nặng (được chế tạo từ thép cán) phải có lượng dư là 1mm đối với mối nối ngang và $0,3 \div 0,5 \text{ mm}$ đối với mối nối là nút. Đối với các kết cấu loại nặng độ dư ngót trong mỗi nút có thể giảm xuống $0,15 \div 0,2 \text{ mm}$.

Đối với các kết cấu có mặt ngang ghép được chế tạo từ các tấm phẳng có diện tích toàn bộ tới $0,03 \text{ m}^2$ thì nhất thiết phải có lượng dư:

Đối với 1 m chiều dài mối hàn dọc : $0,1 \div 0,2 \text{ mm}$.

Đối với mỗi mối hàn ngang : $1 \div 1,5 \text{ mm}$.

Đối với mỗi cặp gân cứng vững $0,5 \text{ mm}$.

Tiết diện ngang của kết cấu càng lớn thì lượng dư càng nhỏ. Trong kết cấu tấm mỏng lượng dư được ấn định như sau: theo chiều dài khai triển: 1 mm trên một mối hàn ngang. Theo chiều rộng khai triển $1 \div 1,5 \text{ mm}$ trên mỗi mối hàn dọc.

2.2. Lắp ghép các phần tử của kết cấu để hàn

Khi lắp ghép các phần tử và chi tiết, việc kẹp chặt được tiến hành bằng biện pháp hàn đính và dùng các đồ gá lắp ráp.

Các mối hàn đính đối với thép có chiều dày $> 6 \text{ mm}$ thường có chiều dài $50 \div 60 \text{ mm}$ và có bước cách nhau $400 \div 500 \text{ mm}$. Khi lắp ghép kết cấu có chiều dày nhỏ hơn thì mối hàn đính và bước giữa chúng cũng giảm đi. Tiết diện ngang của mối hàn đính phải nhỏ hơn của mối hàn chính.

Phương pháp lắp chặt bằng các mối hàn đính được dùng cho các kết cấu được chế tạo từ các loại thép tấm mỏng (6 đến 8 mm).

Còn khi lắp ghép các kết cấu có tiết diện ngang ghép và những kết cấu cấu tạo từ thép có chiều dày $> 8 \text{ mm}$ người ta dùng các đồ gá, cho phép có sự dẫn nở tự do của các phần tử của kết cấu khi chúng co dãn.

Lắp ghép các kết cấu dạng giàn (kèo, cột, v.v.) được chế tạo từ thép hình chủ yếu được tiến hành trên các đường.

Trong sản xuất hàng loạt, người ta còn dùng phương pháp copy. Sản phẩm đầu tiên được lắp ghép theo cách lấy dấu với độ chính xác cao và được dùng làm mẫu để copy cho các sản phẩm tiếp theo.

Các bình chứa nằm ngang, các nồi hơi và các sản phẩm tương tự có đường kính tới 3,6 m được chế tạo hoàn chỉnh từng phần.

Các kết cấu lớn (vỏ lò cao, bình hâm nóng không khí, v.v.) thường được chế tạo bằng cách lắp ghép từng phần.

2.3. Hàn chế tạo kết cấu thép

Trong các kết cấu giàn, các mối hàn thường tập trung tại các nút, nằm theo các vị trí không gian khác nhau và có độ dài khác nhau. Điều này hạn chế khả năng sử dụng các phương pháp hàn tự động.

Khi chế tạo các kết cấu dạng giàn, người ta sử dụng rộng rãi phương pháp hàn tự động dưới lớp thuốc, hàn trong môi trường khí bảo vệ và hàn bằng dây bột. Người ta sử dụng phương pháp hàn hồ quang tay với các loại que hàn có vỏ bọc rutin có chứa bột sắt để tăng năng suất khi hàn.

Các mối hàn ngắn của liên kết hàn chồng đôi khi được thay thế bằng các liên kết hàn điểm có năng suất cao hơn.

Trên các máy hàn điểm có thể liên kết các phần tử chế tạo từ thép cacbon thấp có chiều dày 5 + 10 mm; 5 + 10 + 6 tới 8 + 10 + 8 mm.

Các kết cấu có tiết diện ngang ghép từ các tấm phẳng thường có các mối hàn dài có tiết diện lớn, do đó khi chế tạo chúng người ta thường sử dụng phương pháp hàn tự động.

Tại chỗ có máy hàn tự động để hàn các dầm có tiết diện hình chữ I, người ta thường trang bị các thiết bị lật bằng thủy lực hoặc xích hoặc các thiết bị quay.

Khi hàn dầm chữ I phải tiến hành hàn theo một thứ tự chặt chẽ, nếu không dễ dẫn đến biến dạng không thể sửa chữa được.

Thứ tự hàn dầm chữ I

Các mối hàn ngang (mối nối) của tấm bụng và tấm biên được tiến hành

hàn tại một nơi riêng rẽ bằng phương pháp hàn tự động.

Các mối hàn chính giữa biên và vách được hàn tự động ở vị trí "lòng thuyền" hoặc hàn đồng thời bằng hai máy hàn tự động ở vị trí để tấm biên thẳng đứng. Gân cứng vững, gối tựa, v.v. và các chi tiết nhỏ khác được hàn bằng phương pháp hàn tay hoặc bán tự động.

Khi hàn dầm chữ I bằng phương pháp hàn tay, khi dầm được lắp ghép hoàn chỉnh, thứ tự thực hiện quá trình hàn có thay đổi chút ít. Trước kết tiến hành hàn các mối hàn của tấm biên và vách, rồi hàn gân cứng vững và sau đó hàn mối hàn biên.

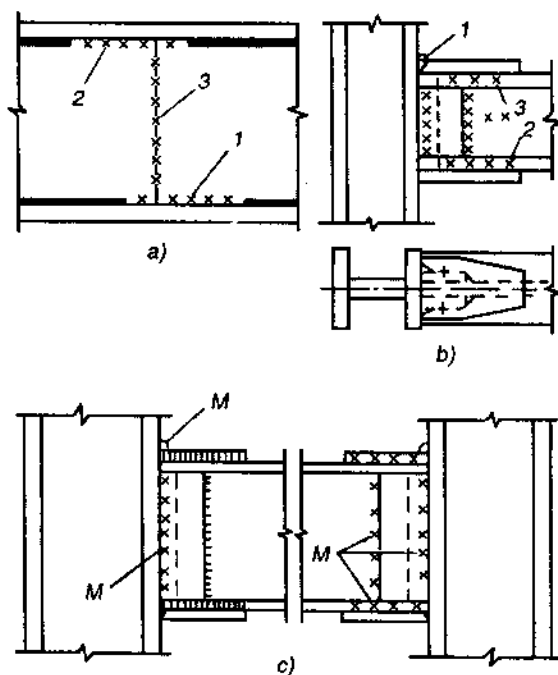
Kết cấu dầm, về mặt công nghệ rất thích hợp cho hàn tự động vì đa số các mối hàn này đều có chiều dài lớn.

Khi hàn tự động các kết cấu tấm dạng hình trụ tròn xoay người ta sử dụng các loại đồ gá quay và lật.

3. Công nghệ hàn các kết cấu công nghiệp

Các kết cấu nhà công nghiệp bao gồm: cột, dầm, gối tựa, giàn, giằng, v.v. Khi lắp ráp nhà người ta phải hàn các mối hàn lắp ráp của các kết cấu này. Hình 3.26 trình bày quá trình hàn dầm chữ I và nút liên kết của dầm với cột. Những mối hàn này được hàn bằng hồ quang tay; nhưng trong những năm gần đây, người ta bắt đầu sử dụng phương pháp hàn bán tự động bằng dây hàn bột.

Hàn các mối nối các biên của dầm có khẩu độ 24 m hoặc lớn hơn, được tiến hành ở bàn lắp ráp để nối 2 nửa lại với nhau. Còn khi



Hình 3.26. Hàn các mối hàn lắp ráp
1, 2, 3- thứ tự hàn; M- mối hàn lắp ráp

giàn có khẩu độ lớn hơn 30 m thì được nối lại từ nhiều phần nhỏ và được hàn ở vị trí giàn đứng để tránh bị lật, tránh gây biến dạng, đặc biệt là ở nhiệt độ thấp. Khi hàn các biên của giàn, cần phải có miếng đệm và không cho phép có khe hở. Hàn các mối nối biên của giàn là một việc quan trọng cho nên chỉ giao việc này cho những thợ hàn có tay nghề cao.

4. Hàn các liên kết trong kết cấu bê tông - cốt thép

4.1. Công nghệ hàn trong chế tạo cốt thép

a) Hàn tiếp xúc đối đầu

Người ta dùng phương pháp hàn này để liên kết các thanh của cốt thép, sau đó mới cắt, uốn hoặc bẻ mỏ (thường dùng cho các loại cốt thép của bê tông dự ứng lực).

Phương pháp hàn nói trên thường được dùng để hàn các liên kết chế tạo từ thép cán nóng loại AII ÷ AIV bằng phương pháp hàn nóng chảy có nung nóng trước. Còn liên kết của các thanh thuộc loại thép AI thì dùng phương pháp hàn nóng chảy liên tục. Tuy nhiên, nếu công suất của máy được dùng không đủ để hàn nóng chảy liên tục thì các thanh thép AI vẫn có thể được hàn bằng phương pháp nóng chảy có nung nóng trước.

Mặt đầu của các thanh thuộc loại thép AI và AIII đem hàn phải được cắt dưới một góc $90^\circ \pm 10^\circ$ (có thể dùng các biện pháp cắt cơ học hoặc cắt khí).

Không cần thiết phải dùng biện pháp gia công cơ khí để gia công mặt đầu của thanh được hàn bằng phương pháp hàn nóng chảy.

Tuy nhiên, nếu mặt đầu bị phủ; bị bôi một lớp gỉ, sơn hoặc màng ôxyt sau khi cắt khí để lại, thì sẽ ảnh hưởng tới việc tiếp xúc điện vì thế cần phải làm sạch.

Ở những chỗ kẹp vào điện cực của máy cần phải được làm sạch. Thanh được hàn phải được kẹp chặt đồng tâm với nhau.

• Chế độ hàn

Các thông số chính của phương pháp hàn tiếp xúc đối đầu (hình 3.27) cần phải điều chỉnh trên máy gồm:

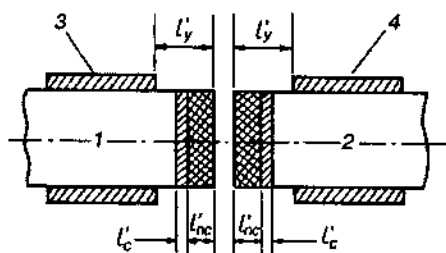
Chiều dài kẹp (l_k) - kích thước từ mặt đầu thanh tới điện cực kẹp.

Lượng co ngót (l'_{nc}) - kích thước hao phí nóng chảy.

Lượng co ngót (l'_c) - kích thước hao phí khi chôn co.

Dòng điện hàn được xác định bởi công suất của máy và được điều chỉnh trên biến thế hàn.

Ngoài những thông số chế độ hàn tiếp xúc đối đầu trên còn có các thông số khác nữa có ảnh hưởng không nhỏ tới chất lượng liên kết hàn như tốc độ nóng chảy và độ co, thời gian nóng chảy và lực ép. Ngoài ra, chế độ hàn đối đầu có nung nóng ngắt quãng còn được xác định bằng tốc độ tiến gần và tách xa của thanh và khoảng thời gian nghỉ giữa từng chu kỳ nung nóng, cả chu kỳ nung nóng và số lượng chu kỳ nung nóng.



Hình 3.27. Các thông số hình học của chế độ hàn tiếp xúc đối đầu các thanh: 1 và 2- thanh hàn; 3 và 4- điện cực l_y - chiều dài kẹp, l'_{nc} - đại lượng nóng chảy; l'_c - đại lượng co.

Những thông số chế độ hàn trên đối với các máy tự động (được điều chỉnh không cần có tác động của con người) được điều chỉnh cho thích hợp.

Các thông số sơ bộ l'_y , l'_{nc} , l'_c và tốc độ nóng chảy ban đầu cho trong bảng 3.47.

Thực nghiệm cho thấy rằng sử dụng chế độ mềm cho tính dẻo lớn hơn và mối nối liên kết tốt, công suất quá trình hàn nhỏ. Với chế độ hàn cứng tính dẻo và chế độ liên kết nhỏ, công suất lớn nhất, bởi vậy chế độ hàn cứng không sử dụng để nối các thanh cấp AII ÷ AIV.

Khi hàn trên các máy tự động hoặc bằng truyền dẫn cơ khí thì tốc độ lún (chôn) trong thời điểm ban đầu (khi khe hở chưa kín hết) cần khoảng 15 ÷ 20 mm/s đối với thép loại AI và 20 ÷ 30 mm/s đối với các thanh thép loại AII ÷ AVI.

Sau khi khe hở đã kín thì tốc độ lún có thể giảm xuống 2 ÷ 4 mm/s. Khi hàn trên máy có cơ cấu ép tay thì độ lún phải ở mức độ lớn nhất.

Khi hàn thép loại AII ÷ AIV thì thời gian nóng chảy và nung nóng nhỏ nhất sẽ lớn gấp 2 ÷ 4 lần (bảng 3.48).

Bảng 3.47. Thông số chế độ hàn đối đầu cốt thép từ thép cán nóng

Đường kính thanh (mm)	Tiết diện thanh (mm ²)	I _y	I _c (mm)				Tốc độ ban đầu nóng chảy khi có nung nóng cm/s	Dòng điện hàn (A) (nóng chảy liên tục)
			Nóng chảy liên tục	Nóng chảy có nung nóng sơ bộ	Khi có dòng điện	Không có dòng điện		
10	78	15	7	-	0,7	1	-	1200
12	118	18	17	4,2	0,8	1,3	0,35	1700
14	154	21	7,5	4,9	1,0	1,4	0,32	2300
16	201	24	8	5,6	1,1	1,6	0,31	3000
18	254	27	8,3	6,3	1,2	1,9	0,29	3800
20	314	30	9	7	1,4	2	0,28	4750
25	491	33	9,5	7,7	1,5	2,4	0,26	5700
28	616	37,5	10	8,8	1,6	2,8	0,25	7400
32	804	42	10,5	9,5	1,8	2,7	0,23	9200
36	1018	48	11	10,5	2,1	3	0,22	12000
40	1257	54	12	11	2,2	3,2	0,2	15.300
45	1590	60	13	12	2,4	3,6	0,19	19000

Bảng 3.48. Khoảng thời gian nóng chảy và nung nóng

Đường kính thanh (mm)	Khoảng thời gian nhỏ nhất khi hàn bằng các phương pháp :		
	Nóng chảy có nung nóng		Nóng chảy liên tục (s)
	nung nóng (s)	nóng chảy (s)	
10	5	2	-
12	7	2,8	-
14	7,5	3	6
16	9	3,5	8
18	10	4	9
20	10,5	4,2	11
22	11	4,5	13
25	12	5	16
28	13	5	18
32	14	5	22
36	16	6,5	25,5
40	20	7	29
45	25	8	33,5
50	30	9	38
55	37	10	-
60	45	11,5	-

Khi hàn trên máy hàn tự động, lực lún được xác định bằng cách nhân đơn vị lực ép trên một đơn vị diện tích với tiết diện thanh.

Lực lún trên một đơn vị diện tích khi hàn nóng chảy có nung nóng lấy bằng $3 \div 6 \text{ kG/mm}^2$ giá trị nhỏ dùng cho thép loại AI còn giá trị lớn dùng cho thép AIV. Khi hàn bằng phương pháp nóng chảy liên tục, lực lún trên một đơn vị diện tích bằng $6 \div 7 \text{ kG/mm}^2$. Giá trị của lực lún nhỏ hơn dùng cho thép loại AI và lớn hơn dùng cho thép loại AIV.

Số lần tiếp xúc giữa đầu thanh để gây xung nóng chảy khi nung nóng là từ $3 \div 20$ lần. Đường kính thanh và tính dẫn nhiệt của thanh càng lớn mà công suất của máy nhỏ thì số lần tiếp xúc giữa các đầu thanh càng nhiều. Nhưng cũng nên nung nóng thanh với ít số lần tiếp xúc hơn bằng cách kéo dài thời gian tiếp xúc tạo xung nóng chảy trong khoảng cho phép.

Khoảng thời gian chập và tách ra khi nung nóng nên ở khoảng $0,3 \div 0,8 \text{ s}$ hoặc $0,3 \div 0,6 \text{ s}$.

Khi hàn hai thanh không giống nhau về đường kính (tỷ lệ $\frac{d_1}{d_2} > 0,85$, hay tiết diện ngang) thì giá trị $l'_y, l'_{nc}; l'_c$ đối với từng thanh riêng biệt được xác định một cách riêng rẽ bằng phương pháp thực nghiệm. Ví dụ, chiều dài l'_y càng lớn khi tính toán về độ dẫn nhiệt của thanh càng lớn, thì điện trở của thanh càng nhỏ.

Khi các thông số hàn được đặt và duy trì đúng vị trí trong quá trình hàn thì mối hàn sẽ bị to ra.

Đường kính phần dày nhất của mối hàn là $1,5d_H + 10$; còn đường kính của phần mỏng nhất của mối là $(1,3 \div 1,5) d_H$.

Trong đó: d_H là đường kính danh nghĩa (mm) của thanh có prôphin nhẵn hoặc thay đổi mang tính chu kỳ.

• Kỹ thuật hàn

Khi hàn bằng phương pháp nóng chảy có nung nóng ngắt quãng cần phải bắt đầu quá trình hàn bằng quá trình nóng chảy. Để làm điều đó các thanh được kẹp trên điện cực tiến gần lại để chạm vào nhau, sau đó lại tách ra khoảng $1 \div 3 \text{ mm}$.

Quá trình nóng chảy được duy trì trong một khoảng thời gian. Để làm

được điều đó phải đưa các thanh tiến lại gần nhau một cách từ từ; lần lượt thực hiện các quá trình chập và ngắt ra. Quá trình này có tác dụng gây và dập tắt xung nóng chảy cần thiết cho quá trình nung nóng đầu thanh.

Sau khi đã nung nóng đầu thanh đến màu đỏ hoặc đỏ tươi thì cần phải chuyển sang quá trình nóng chảy liên tục và kết thúc bằng quá trình ép.

Khi hàn bằng phương pháp nóng chảy liên tục các thanh thép kẹp trong điện cực được tiến lại gần nhau ở trạng thái đã đóng điện hàn tới lúc chúng chạm nhau với một lực ép nhỏ. Sau đó một thanh được tách ra khỏi thanh kia từ $1 \div 3$ mm để gây quá trình nóng chảy.

Để duy trì quá trình nóng chảy liên tục cần cho đầu thanh tiến gần lại nhau một cách từ từ theo mức độ nóng chảy để đạt được dòng tia lửa một cách liên tục.

b) Hàn tiếp xúc đối đầu các thanh có đường kính khác nhau.

- **Chế độ hàn**

Tùy theo đường kính giả định của thanh thép hàn mà người ta xác định công suất cần thiết và loại máy hàn (đường kính giả định bằng trung bình cộng của đường kính hai thanh hàn).

Các thông số của chế độ hàn I_y , I_{nc} ; I_c được xác định riêng cho từng thanh bé và thanh to.

Giá trị I_y , I_{nc} và I_c , I'_{nc} ; I'_c (của thanh bé và thanh lớn hình 3.27) được xác định theo bảng 3.47.

Độ dài kẹp: I'_y của thanh lớn được xác định theo công thức:

$$I'_y = (0,8 + 1) d_r + 40 \text{ mm}$$

trong đó: d_r - đường kính thanh lớn.

Khi hàn các thanh có đường kính khác nhau, cần phải nung nóng đầu thanh lớn ở chế độ điện trở tới khi nó nóng đỏ và tiếp xúc sơ bộ với đầu thanh nhỏ.

Khi đã nung nóng thanh lớn và đã đóng điện thì kéo thanh lớn ra khỏi thanh nhỏ cách $1 \div 3$ mm và tiến hành hàn (quá trình nóng chảy tương tự quá trình hàn bằng phương pháp nóng chảy có nung nóng ngắt quãng và phương pháp nóng chảy liên tục).

c) Hàn tiếp xúc điểm

Phương pháp hàn tiếp xúc điểm dùng để hàn các thanh cốt thép chồng lên nhau khi sản xuất các lưới và khung thép. Ngoài ra còn dùng phương pháp hàn này để liên kết các thanh cốt thép loại AI ÷ AIII đường kính 6 ÷ 25 mm với các tấm thép và thép hình chế tạo từ thép CT3 có chiều dày 3 ÷ 10 mm để chế tạo các bản mã của sản phẩm bê tông cốt thép.

Việc hàn điểm các thanh giao nhau được tiến hành trên các máy chuyên dùng hoặc tiêu chuẩn hóa. Khi chọn máy hàn cần phải lưu ý là với cùng một điều kiện như nhau thì nên chọn máy chuyên dùng hơn là máy vạn năng.

Các loại máy hàn nhiều điểm tự động chỉ có lợi khi chúng được dùng trong các phân xưởng lớn chuyên sản xuất cốt thép.

Đường kính phần tiếp xúc của điện cực chọn theo bảng 3.49 trong đó khái niệm thanh ngoài của các thanh được hàn cần phải hiểu là thanh tiếp xúc với bề mặt của điện cực.

Bảng 3.49. Kích thước điện cực dùng để hàn điểm các thanh giao nhau của cốt thép

Đường kính thanh ngoài của các thanh hàn (mm)	Đường kính bề mặt tiếp xúc (mm)	Kích thước X (mm)
Từ 3 đến 10	25	18
< 10 đến 22	40	27
< 22 đến 50	63	41
< 50 đến 90	100	-

Các điện cực cần phải được đặt sao cho trục của chúng không nghiêng (lệch) nhau quá 3° và không được lệch tâm quá 1 mm.

Do mức độ mòn và biến dạng bề mặt điện cực trong quá trình hàn, bề mặt điện cực phải được sửa lại (cho phép có vết dũa trên bề mặt điện cực).

Để ngăn ngừa sự mòn quá đáng và biến dạng của điện cực cần phải đảm bảo đủ nước làm nguội.

• Chế độ hàn

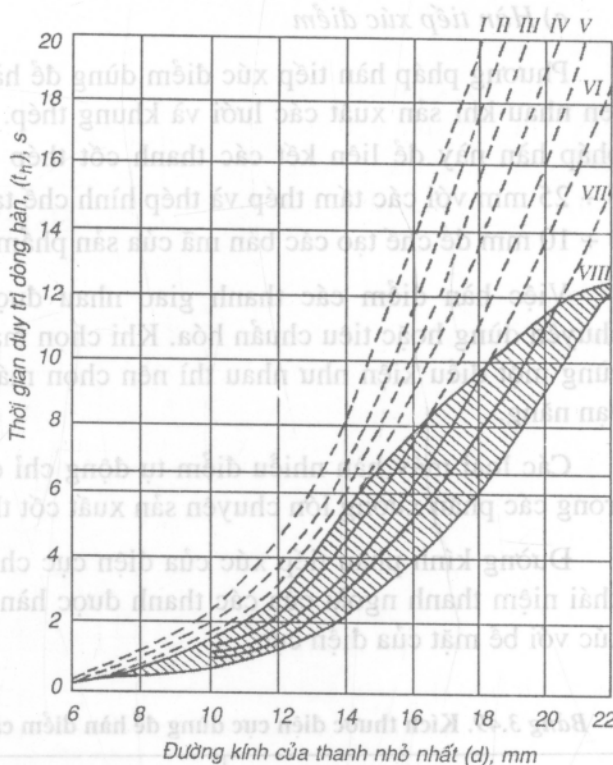
Các thông số cơ bản của chế độ hàn điểm cần điều chỉnh là:

- Dòng điện hàn I_2 , được xác định bằng công suất của máy mà ta chọn bằng cách điều chỉnh biến thế hàn (bằng cách nối các nắp của biến thế hàn).

- Thời gian duy trì dòng hàn t_h . Để duy trì dòng hàn cần phải điều chỉnh bộ điều chỉnh thời gian của máy hàn tiếp xúc.

- Lực ép điện cực P_d đạt được bằng cách điều chỉnh hệ thống ép của máy.

- Đường kính D của bề mặt tiếp xúc của điện cực là do người thợ vận hành điều chỉnh.



Hình 3.28. Chế độ hàn các liên kết hàn chồng của các thanh có prôphin thay đổi theo chu kỳ loại AII, AIII trên máy hàn MTTI-75. Vùng gạch chéo là chế độ hàn tối ưu.

Việc điều chỉnh thời gian và hệ thống tạo lực ép thực hiện theo chỉ dẫn sử dụng của nhà máy chế tạo.

Chế độ hàn sơ bộ ban đầu như nắp điều chỉnh biến thế hàn và thời gian duy trì tự động hàn t_h dùng cho các thanh có prôphin thay đổi theo chu kỳ loại AII, AIII được xác định theo đồ thị hình 3.28. Còn đối với các thanh tròn loại AI - theo đồ thị hình 3.29.

Chế độ hàn các thanh có đường kính khác nhau, được xác lập theo thanh có đường kính nhỏ. Còn đường kính bề mặt tiếp xúc của điện cực được xác lập theo đường kính thanh ngoài.

Khi hàn hai thanh nhẵn mà một thanh có prôphin thay đổi thì chế độ hàn được chọn theo thanh có prôphin thay đổi.

Lực ép điện cực P_d để hàn các thanh thép chồng lên nhau lấy theo đồ

thị hình 3.30.

Nếu cơ cấu ép của máy chỉ cho lực ép nhỏ hơn yêu cầu, thì có thể dùng lực ép lớn nhất mà máy có thể tạo nên.

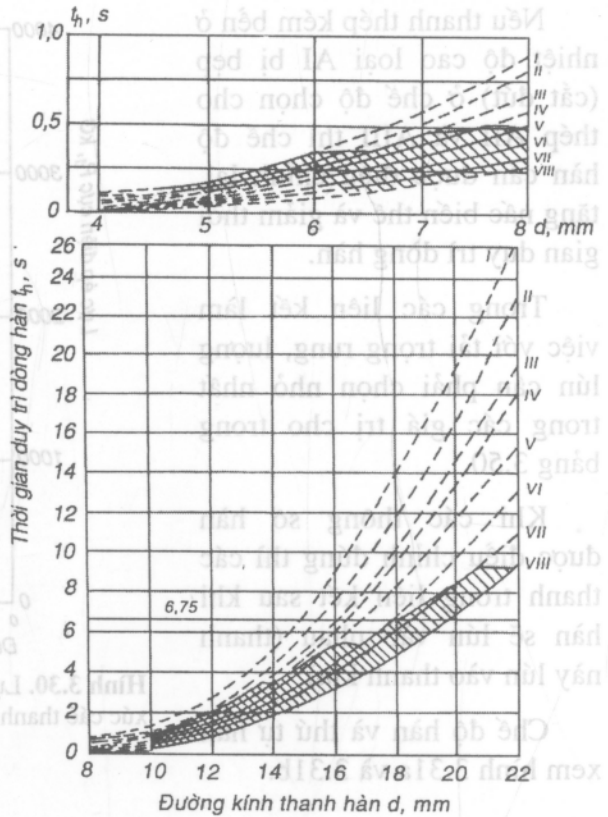
Chế độ hàn được chọn cho liên kết giữa hai thanh có cùng đường kính có thể mở rộng cho liên kết hai thanh có đường kính khác nhau d_1 và d_2 hoặc ba thanh, trong đó thanh ngoài có đường kính nhỏ hơn d_1 và ở giữa là thanh có đường kính lớn hơn d_2 . Trong đó tỷ lệ d_2/d_1 phải nhỏ hơn 3 khi $d_1 = 3 \div 10$ mm và không lớn hơn 2 khi $d_1 = 12 \div 40$ mm.

Khi dòng điện hàn lớn hơn dòng điện hàn cần thiết nhỏ nhất, chọn theo đồ thị hình 3.31 thì tỷ lệ d_2/d_1 nói trên có thể tăng tỷ lệ thuận với dòng điện hàn.

Để đạt được độ bền như nhau giữa các điểm trong lưới thép thì các điểm bị phân dòng (hình 3.31) phải hàn ở nấc biến thế cao hơn hoặc thời gian duy trì dòng hàn lớn hơn. Mức độ thay đổi chế độ hàn được xác định bằng thực nghiệm.

Trong quá trình hàn điểm các liên kết hàn chồng của các thanh có đường kính lớn hơn 25 mm nên sử dụng lực ép rèn của máy hàn điểm. Lực ép này bằng $6 \div 7$ kG/mm².

Các liên kết hàn chồng các thép khác nhau, cụ thể là AII và AIII với nhau hoặc với thép AI, nên hàn ở chế độ có chỉ số cao hơn.



Hình 3.29. Chế độ hàn các liên kết hàn chồng của các thanh nhãn loại AI trên máy hàn MTII-75..

* I ÷ VIII các nấc của biến thế hàn.

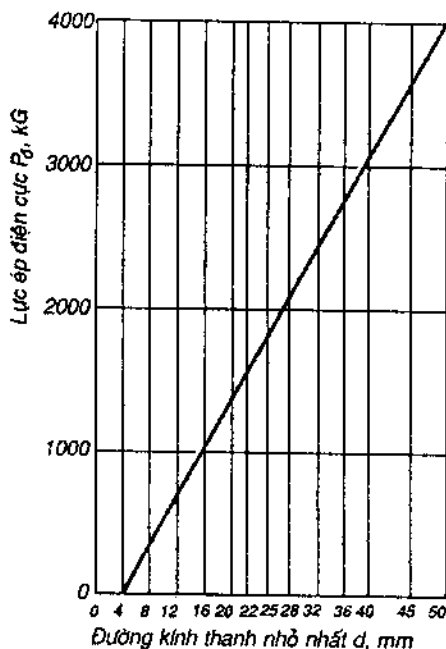
Vùng gạch chéo là chế độ hàn tối ưu các thanh có đường kính 6 ÷ 22 mm.

Nếu thanh thép kém bền ở nhiệt độ cao loại AI bị bẹp (cắt đứt) ở chế độ chọn cho thép AII và AIII thì chế độ hàn cần được điều chỉnh lại, tăng nấc biến thế và giảm thời gian duy trì dòng hàn.

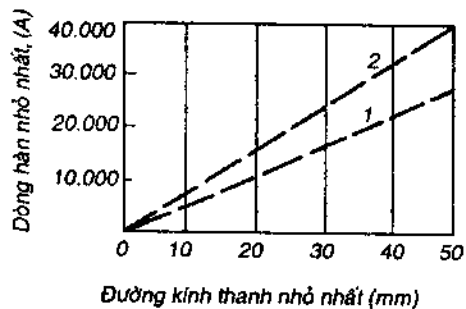
Trong các liên kết làm việc với tải trọng rung, lượng lún cần phải chọn nhỏ nhất trong các giá trị cho trong bảng 3.50.

Khi các thông số hàn được điều chỉnh đúng thì các thanh trong liên kết sau khi hàn sẽ lún vào nhau (thanh này lún vào thanh kia).

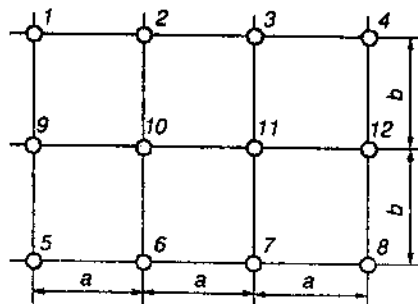
Chế độ hàn và thứ tự hàn xem hình 3.31a và 3.31b.



Hình 3.30. Lực ép điện cực đối với hàn điểm tiếp xúc các thanh chồng lên nhau có prôphin nhẵn và biến đổi theo chu kỳ.



Hình 3.31a. Dòng hàn ban đầu nhỏ nhất I_2 (A) để hàn điểm các thanh chồng lên nhau
1- các thanh loại AI có prôphin nhẵn;
2- các thanh có prôphin biến đổi chu kỳ loại AI và AIII.



Hình 3.31b. Sơ đồ lưới cốt thép có các điểm bị phân dòng và không bị phân dòng
* 1÷12- thứ tự hàn các nút.

Bảng 3.50. Độ lún (chôn) tối ưu của các thanh trong liên kết hàn chồng hai - ba thanh

Số lượng thanh trong liên kết	Loại thép	Lượng lún h so với đường kính thanh có tiết diện nhỏ trong các thanh hàn (mm)
2	A-I	0,25-0,5
	A-II	0,33-0,5
	A-III	0,4-0,8
3	A-I	0,12-0,2
	A-II	0,16-0,3
	A-III	0,2-0,4

d) Hàn liên kết chữ T giữa thanh và tấm

Liên kết hàn chữ T giữa cốt thép đường kính $10 \div 40$ mm loại AI, AIII với thép tấm trong các bản mã đúng ra phải tiến hành hàn tự động dưới lớp thuốc trên máy АДФ-2001.

Để hàn liên kết chữ T các thanh có đường kính $d = 15 \div 18$ mm với tấm phẳng có chiều dày $\delta = 14 \div 18$ mm, khi tỷ lệ $\delta/d \geq 0,75$ người ta tiến hành hàn hồ quang với dòng điện một chiều hoặc xoay chiều.

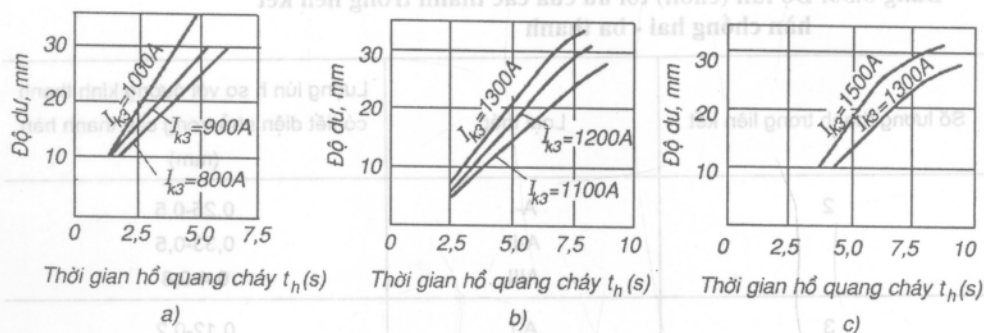
Để hàn liên kết chữ T các thanh có đường kính $d = 10 \div 16$ mm với tấm phẳng chiều dày $\delta = 5 \div 8$ mm khi $\delta/d < 0,6$ người ta hàn bằng hồ quang tay với dòng điện một chiều cực nghịch.

• **Chuẩn bị hàn**

Để có tiết diện tốt với tấm, đầu thanh phải có độ chéo, vì vậy phải tiến hành cắt thanh trên các kéo cắt cơ khí. Người ta cũng cho phép các thanh có mặt cắt làm thành góc 90° với trục.

Trong trường hợp, khi hàn phải đảm bảo một chiều dài nhất định của thanh, thì khi cắt phải chừa một lượng dư nóng chảy và co theo hình 3.32.

Cạnh phơi phải được làm sạch bavia. Bề mặt đầu thanh cũng như bề mặt thanh tại nơi tiếp xúc với má kẹp của máy cũng như bề mặt của tấm phẳng tại vị trí của tấm với thanh cần phải được làm sạch dầu mỡ, gỉ sắt, sơn, v.v.



Hình 3.32. Độ dư của phôi trên chiều dài thanh
a) Ø10; b) Ø14; c) Ø16

Điện cực dẫn điện và má kẹp của máy thường xuyên phải được làm sạch gỉ sắt, kim loại bắn tóe và dầu mỡ cũng như các chất bẩn khác.

Sau khi đã hoàn thành công việc chuẩn bị, máy hàn được điều chỉnh ở chế độ tối ưu.

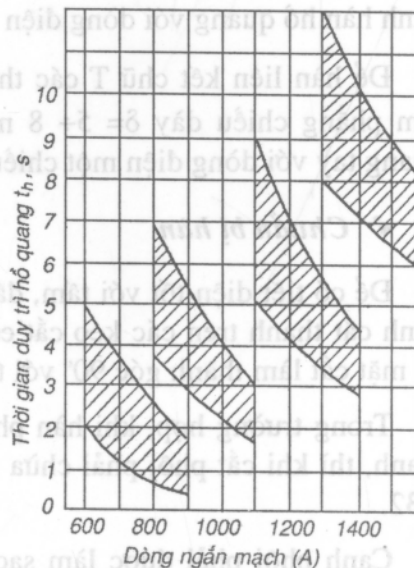
Các thông số cần được tiến hành điều chỉnh cơ bản nhất của chế độ hàn tự động liên kết giữa thanh - tấm là:

- Khe hở ban đầu trong thời điểm tách đầu thanh khỏi tấm.
- Dòng điện hàn.
- Thời gian cháy của hồ quang.
- Lượng co của thanh (lượng kim loại đầu thanh tham gia vào vùng hàn).

• Chế độ hàn

Chế độ hàn tối ưu khi hàn hồ quang bằng dòng điện xoay chiều được xác định như sau:

- Theo đồ thị (hình 3.33) ta chọn dòng ngắn mạch I_{K3} lớn nhất trong số cho phép (vùng gạch chéo



Hình 3.33. Thời gian duy trì dòng hàn phụ thuộc dòng ngắn mạch khi hàn liên kết hàn chữ T của các bản mã cốt thép (khi dòng điện hàn là xoay chiều)

của đồ thị) tương ứng với đường kính thanh. Theo giá trị dòng đã chọn ta điều chỉnh máy biến thế theo yêu cầu.

- Cũng theo đồ thị này, tìm giá trị thời gian duy trì dòng điện tối ưu và điều chỉnh role thời gian của máy tự động, sử dụng số liệu ở bảng 3.51.

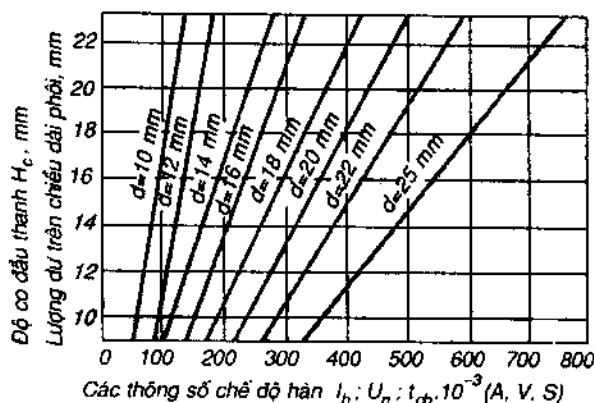
- Lượng khe hở Σ_d khi tách đầu thanh ra khỏi tấm cần phải bằng 4 mm và được điều chỉnh trên máy.

Bảng 3.51. Độ dài chu trình hàn tự động dưới lớp thuốc trên máy АДФ-2001

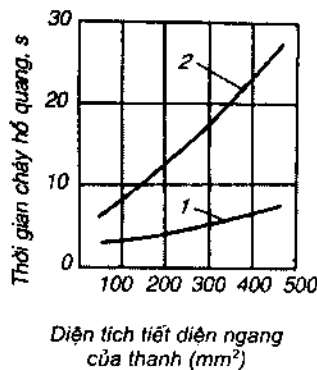
Số chia của thang chia	Thời gian của từng giai đoạn (s)					Sự kết tinh
	Tách dây và cháy hồ quang (chưa có điều chỉnh)		Cháy hồ quang với sự điều chỉnh chiều dài của chúng		Lún khi có dòng	
			Khoảng I	Khoảng II		
0	1	0,06	0,04	1	0,04	1
1	1,9	0,1	1,9	0,06		1,9
2	3,5	0,15	3,5	0,1		3,5
3	4,7	0,22	4,7	0,15		4,7
4	5,4	0,28	5,4	0,22		5,4
5	7	0,36	7	0,28		7
6	8,7	0,45	8,7	0,36		8,7
7	10,2	0,51	10,2	0,45		10,2
8	11,8	0,59	11,8	0,51		11,8
9	13,6	0,67	13,6	0,59		13,6
10	15,2	0,78	15,2	0,67		15,2
11	17,7	0,9	17,7	0,78		17,7
12	19,2	1,02	19,7	0,9		19,7
13	22,2	1,16	22,2	1,02		22,2
14	24,6	1,2	24,6	1,16		24,6
15	30	1,4	30	1,4		30

- Theo đồ thị (hình 3.34) xác định lượng co H_c và điều chỉnh nó trên vít điều chỉnh của máy.

Các chỉ dẫn trên là chế độ hàn thanh có đường kính 25 mm. Chế độ hàn các thanh có đường kính lớn hơn được xác định bằng thực nghiệm.



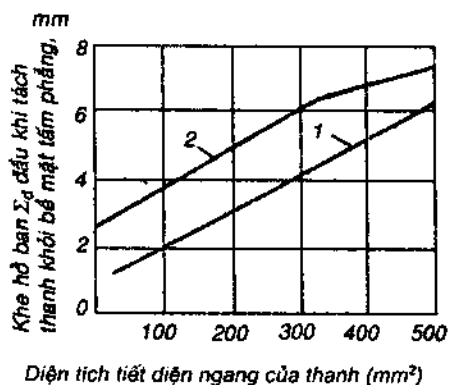
Hình 3.34. Sự phụ thuộc lượng cơ tối ưu của máy (lượng dư trên chiều dài thanh) vào toàn bộ chế độ hàn các thanh có đường kính $d = 10 \div 25$ mm khi hàn bằng dòng xoay chiều (khi $d = 10 \div 26$ mm và $\delta/d \geq 0,75$) và dòng một chiều cực nghịch (khi $d = 10 \div 25$ mm và $\delta/d \geq 0,6$).



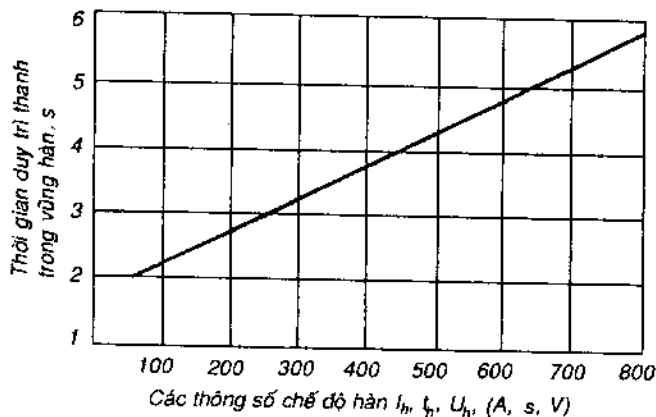
Hình 3.35. Thời gian cháy của hồ quang phụ thuộc vào diện tích tiết diện ngang của thanh khi hàn bằng dòng điện một chiều cực nghịch
1. $I = 1200A$; 2. $I = 1600A$.

Điều chỉnh máy hàn tự động АДФ -2001 tới chế độ hàn tối ưu khi hồ quang được thực hiện bằng dòng một chiều cực nghịch được tiến hành như sau:

- Dòng điện hàn (theo thiết bị đã có) lấy bằng $600 \div 1200A$.
- Với giá trị dòng hàn đã lấy ở trên, tùy theo diện tích tiết diện ngang của thanh, theo đồ thị hình 3.35, ta tìm thời gian duy trì hồ quang (t_h).
- Theo đồ thị xác định giá trị khe hở ban đầu Σ_d khi tách đầu thanh khỏi bề mặt tấm phẳng (hình 3.36).



Hình 3.36. Giá trị khe hở ban đầu khi tách đầu thanh khỏi bề mặt tấm phẳng phụ thuộc vào diện tích tiết diện ngang của thanh khi hàn bằng dòng điện một chiều cực nghịch.



Hình 3.37. Sự phụ thuộc giữa thời gian duy trì thanh trong vũng hàn (sau khi ngắt dòng điện) vào chế độ hàn.

- Theo đồ thị hình 3.34 người ta xác định được lượng cơ của máy.

- Khoảng thời gian duy trì thanh trong vũng hàn sau khi cơ và ngắt dòng điện hàn được xác định theo đồ thị hình 3.37.

• Kỹ thuật hàn

Quy trình đầy đủ của hàn tự động dưới lớp thuốc, hàn các liên kết góc của các chi tiết phải bao gồm các bước sau:

+ Tách đầu của thanh ra khỏi bề mặt tấm thép cán phẳng, gây hồ quang nhưng không điều chỉnh chiều dài hồ quang.

+ Hồ quang cháy với dao động không đáng kể về chiều dài và hình thành vũng hàn ở trên tấm thép cán phẳng.

+ Đưa đầu của thanh vào vũng hàn khi có dòng điện hàn và giữ liên kết hàn khi có dòng.

+ Ngắt dòng hàn.

+ Giữ liên kết hàn cho tới khi kết thúc quá trình kết tinh (khi đã ngắt dòng hàn).

4.2. Hàn chồng các thanh lên các phần tử dẹt

Hàn chồng các thanh thép nhóm AIV với các phần tử dẹt từ thép CT3 được thực hiện bằng phương pháp hàn hồ quang tay. Hàn các thanh thép nhóm AI đến AIII với các phần tử thép cán dẹt có thể tiến hành bằng hồ quang tay lẫn hàn điểm.

- **Chuẩn bị trước khi hàn**

Các phần tử cần hàn được lắp vào bộ giá giữ cho chiều dài hàn chống là l (hình 3.38):

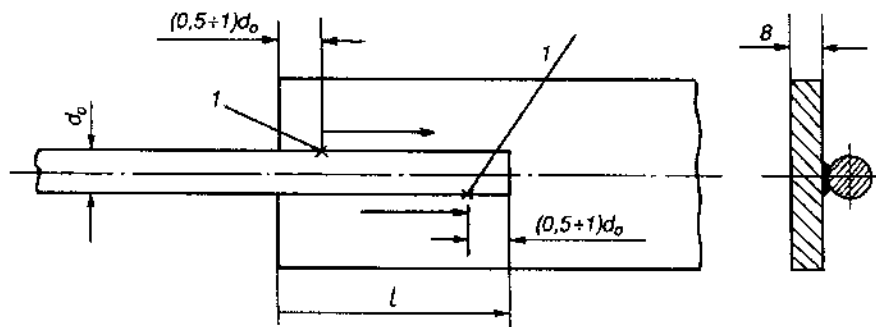
$l \geq 3d$ với thanh thép nhóm AI.

$l \geq 4d$ với các thanh thép nhóm AII, AIII.

$l \geq 4d$ với các thanh thép nhóm AIV.

Khi lắp, phải bảo đảm: vị trí nằm ngang của phần tử phẳng và của thanh; góc vuông giữa trục của thanh và cạnh của phần tử phẳng và khả năng dễ tiến hành các mối hàn đỉnh, hàn thẳng.

Các thanh và tấm phẳng đã lắp vào nhau phải được cố định lại bằng các mối hàn đỉnh tại chỗ (hình 3.38).



Hình 3.38. Liên kết hàn của thanh với phần tử thép cán dẹt bằng mối hàn chống

l - chỗ hàn đỉnh và hướng hàn (mũi tên).

l - chiều dài mối hàn chống; d_o - đường kính danh nghĩa của thanh.

- **Hàn giáp mối các thanh**

Liên kết hàn giáp mối các thanh cốt thép bê tông bố trí thành một hàng thuộc nhóm AI đến AIV có thể hàn bằng phương pháp nóng chảy (khi không thể hàn được chúng bằng phương pháp hàn tiếp xúc). Khi đó việc hàn giáp mối các thanh thuộc nhóm AIV được tiến hành bằng hàn hồ quang tay, các nhóm AI đến AIII có đường kính nhỏ hơn 20 mm cho phép hàn tay bằng các mối hàn có đệm tròn hoặc hàn chống. Nhóm AI hoặc AIII (không kể mác thép 35TC) có đường kính nhỏ hơn hoặc bằng 20 mm cho phép hàn điểm bằng phương pháp hàn hồ quang tay dùng các tấm đệm hoặc hàn chống (chỉ cho phép nhóm thép AI).

Hàn hồ quang tay có thể hàn các thanh có gân đóng vai trò như là các

thanh chẳng để kéo thanh.

• **Cách hàn các mối hàn**

Lắp ráp các thanh đệm phẳng hoặc hàn chồng cần được tiến hành có xét đến chiều dài l (hình 3.39) của đệm hoặc của mối hàn chồng.

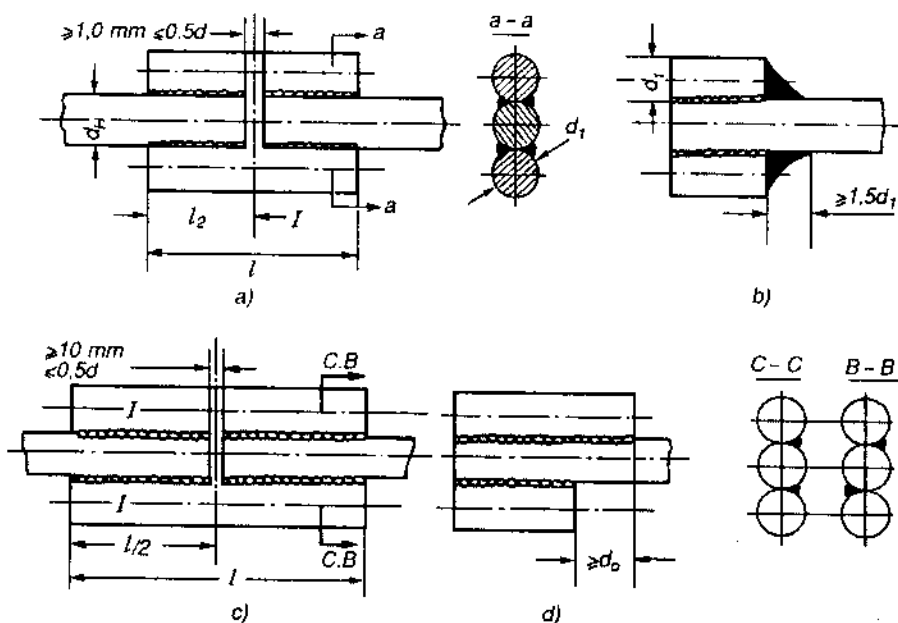
- Với thanh thép nhóm AI: khi hàn từ hai phía $l = 3d_0$; khi hàn từ một phía: $l = 9d_0$.

- Với các thanh nhóm AII hoặc AIII: khi hàn từ hai phía $l = 4d_0$, từ một phía $l = 8d_0$.

- Với các thanh nhóm AIV: khi hàn từ một phía $l = 10d_0$.

Đường kính đoạn đệm phù hợp với thiết kế và đệm được đặt dọc theo chiều dài đối xứng với trục giữa các đầu và song song với trục các thanh.

Khi lắp ráp các thanh có prôphin thay đổi theo chu kỳ, cần tránh bố trí theo các gân dọc với nhau. Nếu điều đó không thể tránh khỏi, cần hàn các mối hàn rộng hơn để mối hàn có đủ chiều cao tính toán. Cho phép lắp ráp khi phần nhô của đệm tiếp xúc với thanh theo đường kính ngoài.



Hình 3.39. Kết cấu liên kết hàn giáp mối các thanh với các mối hàn

a-d có hai đệm là dạng thanh;

- a) Có bốn mối hàn bên; b) có hai mối hàn bên mỗi thanh; c) Có "tai" để sự chuyển tiếp từ đệm vào thanh được đều; d) Có đệm xê dịch.

Các thanh có đệm hoặc mối hàn chồng cần lắp ráp trong đồ gá dẫn hướng cho phép lắp ráp các thanh ở vị trí nằm ngang. Các thanh phải đồng trục. Việc thực hiện các mối hàn đính phải thuận lợi.

Các thanh đã ráp lại, cần cố định bằng các đệm tròn hoặc hàn đính lại với nhau từ một phía.

Chế độ hàn các liên kết thanh có đệm hoặc hàn chồng cho trong bảng 3.52.

Việc hàn giáp mối các thanh có đệm tròn hoặc hàn chồng cần tiến hành bên ngoài đồ gá dẫn hướng. Các mối hàn thanh nhôm AIV có hai lớp. Lớp thứ hai tiến hành khi lớp đầu nguội xuống 100°C và cách chỗ đầu lớp thứ nhất một khoảng cách bằng đường kính thanh.

Bảng 3.52. Chế độ gán đúng cho hàn hồ quang tay.

Đường kính thanh (mm)	Vị trí mối hàn	Số lớp hàn trong liên kết giáp mối	Số thứ tự của lớp	Đường kính que hàn (mm)	Dòng điện hàn (A)
≤ 20	Sắp hoặc đứng	1	1	4	150-175
22-32	Sắp	1	1	5	200-225
36-40	Sắp	2	1	4	200
			2	2x4*	300
45-80	Sắp	2	1	5	250
			2	2x5*	400
22-80	Đứng	1	1	5	175

* Phải hàn bằng cặp que hàn có đường kính 4 hoặc 5 mm.

Chiều cao mối hàn là $h \geq 0,25d$, nhưng không nhỏ hơn 4 mm và chiều rộng $b \geq 0,5d$ nhưng không nhỏ hơn 10 mm. Chỗ kết thúc hồ quang ở mỗi lớp phải được điền đầy đủ khi hàn bằng cách ngắt từ từ hồ quang hàn.

4.3. Công nghệ hàn cốt thép trong lắp máy

• Lắp ráp các phần tử và các nút trong lắp máy

Việc lắp ráp các nút của các thanh cốt thép, máy hoặc các phần tử thép chuyển tiếp khác phải được cố định bằng các mối hàn đính. Chiều dài mối

hàn dính $15 \div 20$ mm; chiều cao $4 \div 6$ mm. Các mối hàn dính chỉ được bố trí trong phạm vi chỗ có các mối hàn đã được qui định trên bản vẽ. Không cho phép hàn dính ở những chỗ sẽ không được hàn nối sau đó. Cũng không thể bố trí mối hàn dính ở các góc, xung quanh các lỗ, ở những chỗ mối hàn giao nhau và cả ở cuối mối hàn các thanh giáp mối nhau từ thép CT5 hoặc 35ГC hoặc giữa các tấm đệm từ các loại thép đó.

Bề mặt mối hàn và các đoạn lân cận của liên kết phải được làm sạch gỉ hàn và chất bẩn. Các thanh thép đem hàn phải đồng trục và không bị cong (nếu cong phải nắn thẳng trước khi hàn).

Nhiệt độ nung khi nắn thẳng các thanh: nhóm AI và các chi tiết từ thép cacbon CT3 là $600 \pm 50^{\circ}\text{C}$ và nhóm AII Và AIII là $800 \pm 25^{\circ}\text{C}$.

Việc kiểm tra nhiệt độ nung cục bộ các thanh phải được tiến hành thông qua loại phần đo nhiệt độ.

Không cho phép nắn khi dùng nung cục bộ mà không có biện pháp bảo vệ đối với thanh thép nhóm AII hoặc AIII trong lúc có gió mạnh hoặc mưa.

Khi nắn các thanh cốt thép, người ta cố định chúng ở đầu các tấm bê tông cốt thép.

Việc đặt các thanh đồng trục với nhau khi lắp được tiến hành bằng phương pháp cơ khí (ví dụ, bằng các đồ gá vận ren) nhưng không dùng va đập và cũng không được dùng các đồ gá bằng đồng.

Độ không chặt khi kẹp các tấm kẹp bằng thép vào bề mặt của thanh cốt thép đối với hàn hồ quang tay tối đa là 2 mm.

Việc cắt đứt các đầu thanh khi lắp ráp liên kết hay khi nung nóng để nắn các thanh phải được tiến hành bằng các mỏ cắt dùng dầu hỏa - ôxy hoặc prôpanbutan - ôxy hoặc axetylen - ôxy. Cấm cắt bằng hồ quang.

• Thiết bị và chuẩn bị trước khi hàn

Khi trang bị bể hàn để hàn bán tự động bằng phương pháp dùng bể hàn để hàn giáp mối các thanh cốt thép cho các công trình bê tông cốt thép nên đặt bể trong các công tơơ để có thể dịch chuyển bằng cần cầu tới vị trí sản xuất.

Trong công tơơ, ngoài thiết bị hàn, còn đặt thiết bị điện để nung sấy thuốc hàn, vật liệu hàn, đồ gá và dụng cụ của thợ hàn. Cần bảo đảm cung

cấp điện liên tục cho vị trí hàn, do đó phải làm những việc sau:

- + Nối máy hàn vào chỗ lắp điện độc lập từ các dây dẫn riêng biệt gần với biến thế nhất.

- + Dùng các dây dẫn điện tới máy hàn có tiết diện sao cho sự giảm điện áp đó không vượt quá 5% khi tất cả các vị trí cùng hàn ở chế độ tối đa.

- + Dùng các dây hàn không dài quá 30 m.

Khi chuẩn bị hàn, các đầu thanh cách một đoạn bằng 5 lần đường kính phải được làm sạch và sấy cho hết ẩm bằng cách nung bằng ngọn lửa của mỏ hàn khí cho đến $100^{\circ}\text{C} \pm 150^{\circ}\text{C}$.

• *Kỹ thuật hàn*

Sau khi hàn đính các chi tiết vào các nút kẹp tiếp giáp các phần tử bê tông cốt thép với chú ý để phòng xảy ra mòn các chi tiết này thì có thể tiến hành hàn.

Không được hàn vào bề hàn khi các que hàn có vỏ bọc không được sấy và hàn ở trong môi trường không khí có độ ẩm tương đối cao hơn 80%.

Quá trình hàn ở mọi giai đoạn cần phải tiến hành với chiều dài hồ quang tối thiểu và thời gian ngừng để thay que hàn là ngắn nhất.

Mối hàn không hoàn thành, ví dụ, do mất điện, sự cố, v.v. phải được coi là có khuyết tật và phải được cắt bỏ hoặc sửa lại.

Nguyên công cuối cùng cần do người thợ hàn có kinh nghiệm thực hiện. Bề mặt vùng hàn đã kết tinh và các đầu thanh không hàn tới phải được làm sạch gỉ và kim loại bắn tóe dính vào. Sau đó cần nung chỗ nối tới nóng đỏ.

Cứ ba mối hàn trở lên ở một nút hàn, cần tiến hành các biện pháp sau để giảm ảnh hưởng của ứng suất hàn trong các nút:

- Tiến hành hàn ở một số mối của cốt thép nhiều hàng, hoặc một số mối của các hàng thanh riêng biệt được bố trí trên một mặt phẳng.

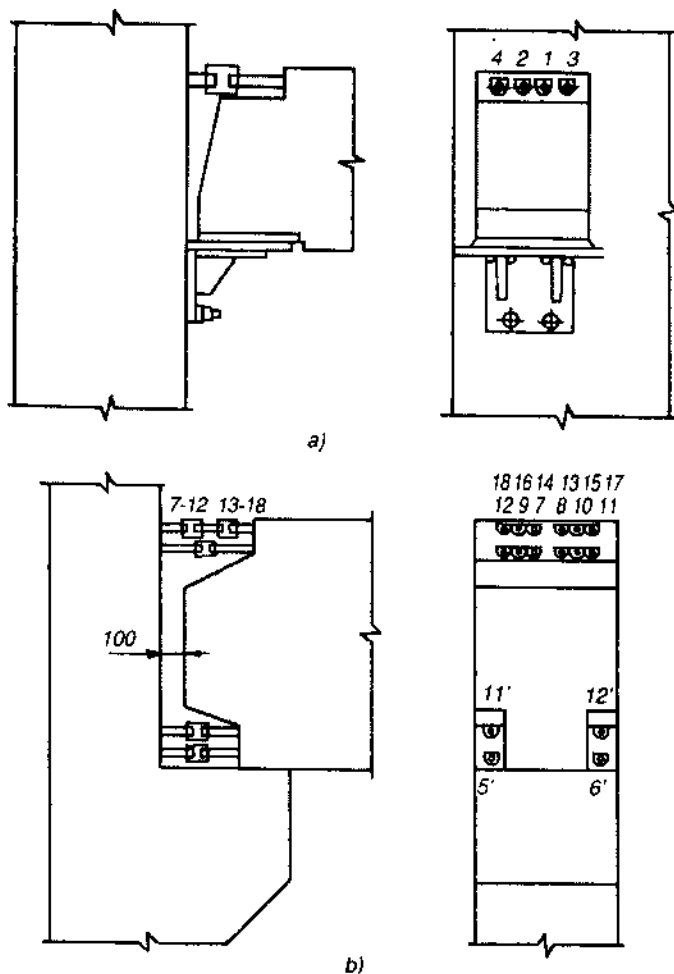
- Tuân thủ trình tự quy định cho việc hàn các liên kết giáp mối riêng rẽ của các thanh ở trong một nút.

- Nung nóng các liên kết hàn khi hàn trong mùa thu và mùa đông.

- Hàn đắp các mối hàn bên lề khi mối hàn giáp mối được hàn bằng phương pháp hàn trong bể hàn đã kết tinh.

Trình tự hàn các mối hàn của các hàng thanh khác nhau là phải thực hiện hàn đồng thời các mối hàn đối xứng với nhau. Để thỏa mãn yêu cầu này, cần một số thợ hàn tiến hành hàn các mối hàn đối xứng với nhau đồng thời.

Trước khi tiến hành hàn ở các độ cao khác nhau (ví dụ, hình 3.40, một số thợ hàn đồng thời các mối hàn 11, 12, 11', 12' được bố trí ở 2 độ cao) cần có biện pháp để phòng kim loại bắn tóe, rơi từ độ cao trên xuống người thợ hàn ở độ cao dưới.



Hình 3.40. Trình tự hợp lý các liên kết giáp mối các thanh cốt thép (trong các nút kẹp xà vào cột);

a) hàn do một thợ hàn thực hiện; b) hàn do hai thợ (5-5' và 6-6') hoặc do ba thợ hàn (5-6'-11' và 6-5'-12') tiến hành.

Nếu nhiệt độ môi trường $< 0^{\circ}\text{C}$, cần dùng mỏ hàn đốt để nung các mối hàn trước một đoạn 500 mm (hoặc trên toàn bộ đoạn nối, nếu nó có chiều dài ngắn), sau đó mới hàn mối hàn 3 - 5 cuối cùng. Sau khi kết thúc hàn một mối hàn, cần nung nóng mối hàn trước $3 \div 5$ phút.

- **Chế độ hàn**

Hàn giáp mối các thanh như nhau, được nhiều thợ hàn cùng trình độ thực hiện đồng thời.

Với các thanh thẳng đứng có đường kính 36 mm và đặc biệt 40 mm, khó có thể đạt được chất lượng cao của mối hàn so với các thanh có đường kính nhỏ hơn. Do đó đối với chúng, cần những thợ hàn có kinh nghiệm thực hiện và chỉ sau khi họ đã hàn thử trên mẫu đạt yêu cầu.

- **Thiết bị và dụng cụ gá lắp**

Để hàn bán tự động dưới lớp thuốc các thanh cốt thép, cần dùng các máy hàn bán tự động như A-765, A-1197, A-1530... để hàn các mối hàn giáp mối thẳng đứng và ngang, khi đó cần dùng các nguồn hàn vạn năng có bộ điều khiển điện áp và dòng hàn từ xa.

Với hàn bán tự động bằng phương pháp hàn hồ quang cho các mối hàn giáp mối cần dùng các khuôn bằng đồng như sau:

- Với các thanh bố trí ngang trên một hàng, tùy theo khả năng tiếp cận của khuôn lúc tháo sau khi hàn, mà dùng các khuôn tháo ngang (hình 3.41a) hoặc tháo dọc (thẳng đứng).

- Với các thanh bố trí thẳng đứng, dùng các khuôn tháo dọc (hình 3.41b).

Kích thước các bộ khuôn này giới thiệu trong bảng 3.53.

Nếu không thể tháo lắp các phần của khuôn đồng do bố trí các thanh một cách chật hẹp thì cho phép các má kẹp đồng (đệm có rãnh) dày không dưới 12 mm và dài khoảng 200 mm cùng với các đệm lót bằng đồng hạn chế không gian từ phía trên (hình 3.42).

Việc dùng các má kẹp bằng đồng có rãnh mà không có đệm lót từ phía trên là không được phép thì trong thực tế có thể đệm lót bằng đất.

Bảng 3.53. Kích thước các khuôn đồng (hình 3.41, a, b) cho hàn giáp mối các thanh như nhau trên một hàng có prôphin thay đổi theo chu kỳ

Vị trí	Đường kính thanh [mm]	Kích thước các phần tử khuôn (mm)									
		≥			D	h	I ₁ =I hoặc K	R	≥		
		A	B	H					δ	δ ₁	δ ₂
Ngang	20	65			23,5	26		13	20	20	-
	22	70			25,5	26		14	20	20	-
	25	75	70	80	28,5	28	25	16	20	20	-
	28	80			32,5	30		18	20	20	-
	32	85			36,5	30		19	20	20	-
	36	90			41,5	35	30	22	20	20	-
	40	95	80	90	45,5	35		24	20	20	-
Thẳng đứng	20	80	80	90	23,5	55		10	20	20	10
	22	80	80	90	25,5	60		10	15	20	10
	25	90	90	90	28,5	65		12	15	20	10
	28	90	90	100	32,5	65	26	14	15	20	10
	32	90	100	110	36,5	65		14	15	20	5
	36	110	110	120	41,5	75		15	20	20	5
	40	110	110	120	45,5	80		18	20	20	5

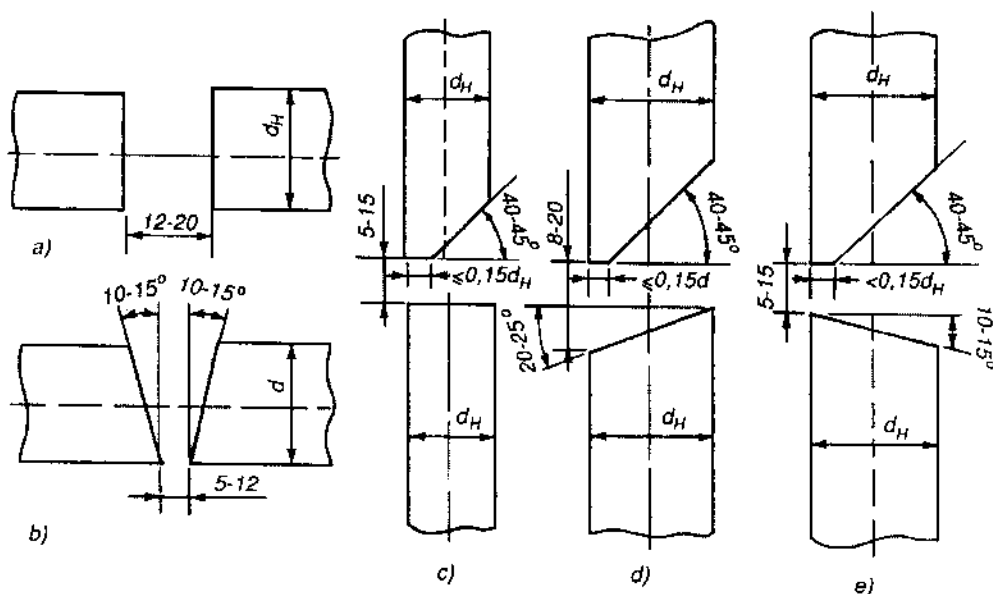
Chú thích: Sau khi bị mòn do sử dụng kích thước trong của khuôn có thể dùng để hàn các thanh có đường kính lớn hơn (≥).

• Chuẩn bị hàn

Các thanh nằm ngang cần được cắt sẵn sao cho trục của thanh vuông góc với mặt cắt, đồng thời khe hở giữa các mặt song song của mỗi nối phải là $12 \div 20$ mm.

Các đầu thanh thẳng đứng dùng cho hàn giáp mối phải được vát chéo (hình 3.43 c, d, e), khe hở giữa các mặt đầu thanh như vậy, tùy theo cấu tạo ghi trên hình là $5 \div 15$ mm hoặc $8 \div 20$ mm. Các thanh đã được chuẩn bị mép sẽ được lắp khuôn đồng vào sao cho có thể thao tác dễ dàng dây hàn và kim hàn để mối hàn thẳng đứng không vượt quá giới hạn lớp bê tông bảo vệ.

Khi lắp các khuôn đồng phải giữ đúng các kích thước như trên hình 3.44.



Hình 3.43. Khuôn và kích thước khe hở giữa các đầu thanh:

- a, b) - mối hàn nằm ngang, khe hở tối thiểu 12 ÷ 20 mm và 5 ÷ 12 mm;
c, d, e) mối hàn thẳng đứng khi $d_H \leq 32$ mm (c) $d_H = 32$ mm (d) và $d_H \geq 32$ mm (e).

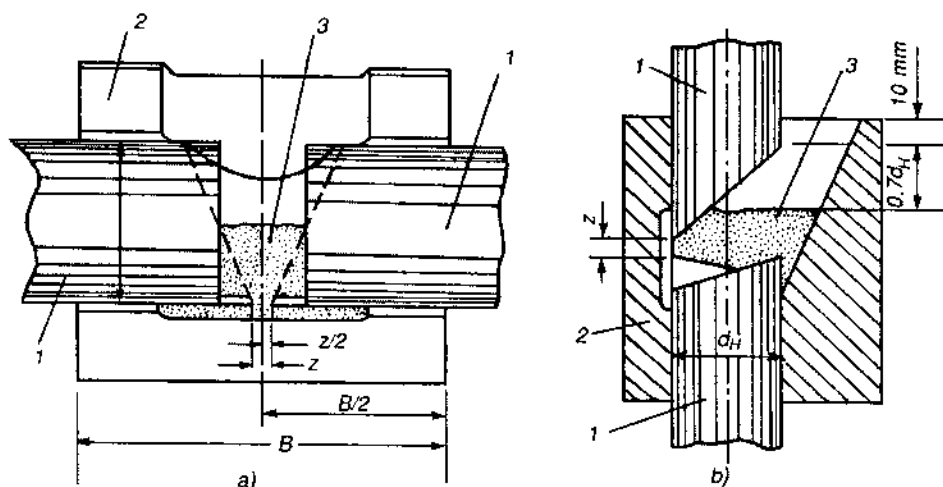
• Chế độ hàn

Hàn bể hồ quang bán tự động dưới lớp thuốc cho các liên kết giáp mỗi cốt thép được tiến hành bằng dây hàn Ø2mm. Cũng có thể dùng dây hàn Ø2,5 mm.

Chế độ hàn gần đúng cho các liên kết hàn nằm ngang trên một hàng và nằm thẳng đứng cho trong các bảng 3.54, 3.55.

Điện áp hàn trong bảng 3.55 khi hàn giáp mỗi các thanh nằm ngang không được tùy tiện thay đổi trong lúc đang hàn. Còn đối với các thanh thẳng đứng thì điện áp hồ quang ở giai đoạn cuối quá trình hàn cần giảm 35 ÷ 36V cho các thanh có đường kính 20 ÷ 32 mm và 41 ÷ 39 V cho các thanh có đường kính 36 ÷ 40 mm cho đến khi khoảng cách giữa bề mặt bể xi và cạnh mặt trên của khuôn đạt tới giá trị 5 ÷ 10 mm.

Cần giảm điện áp tới 30 ÷ 27 V cho các thanh d_H 20 ÷ 32 mm và 35 ÷ 34V cho các thanh d_H 36 - 40 mm.



Hình 3.44. Vị trí và kích thước sử dụng của giá kẹp khuôn đóng cho hàn giáp mối thanh cốt thép:

a) nằm ngang; b) thẳng đứng; 1. các thanh cốt thép; 2. khuôn đóng; 3. thuốc hàn z- khe hở.

Bảng 3.54. Kích thước của các rãnh trong khuôn đóng cho hàn bê các liên kết hàn giáp mối ngang

Đường kính thanh [mm]	Đường kính khuôn cho thanh [mm]		Kích thước rãnh [mm]		
	Tròn	Prôphin	m	K	z
20	20,4	23,5	8	5	5
22	22,4	25,5	8	5	5
25	25,4	28,5	10	5	7
28	28,5	32,6	10	6	7
32	32,5	36,5	10	6	7
36	36,5	41,5	10	7	9
40	40,5	45,5	10	7	9
45	45,5	51,0	10	8	9
50	50,6	56,5	10	8	9
55	55,5	61,5	10	10	11,5
60	60,7	66,5	10	10	11,5
70	70,7	76,5	10	12	11,5
80	81,0	86,0	12	14	15,0

• **Kỹ thuật hàn**

Lúc bắt đầu hàn, cần nhúng đầu dây hàn vào thuốc hàn và gây hồ quang; không cho phép gây hồ quang bằng cách cho dây hàn tiếp xúc với khuôn đồng.

Đối với mối hàn giáp mối hàn nằm ngang, sau khi gây hồ quang cần đưa đầu dây hàn lại gần đầu thanh cốt thép nào đã từng gây hồ quang nung chảy phần dưới của nó và thực hiện dao động ngang dây hàn. Sau khi nung chảy phần dưới đầu thanh, cần đưa nhanh đầu dây hàn sang phần dưới của thanh kia và nung chảy tương tự. Sau khi tạo ra vũng hàn (bể hàn gồm xỉ lỏng và kim loại lỏng) cần thực hiện nhanh chuyển động của đầu dây hàn theo rìa của bể xỉ ở đầu thanh và điền đầy khoảng khe hở hàn.

Ở giai đoạn này, đầu dây hàn không được đưa lại gần thành của khuôn đồng mà dịch chuyển dây hàn từ đầu thanh này tới đầu thanh kia theo đường chéo.

Bảng 3.55. Chế độ hàn giáp mối gần đúng cho các thanh cốt thép trên một hàng, nằm ngang

Đường kính thanh [mm]	Tốc độ xuống dây [m/h]	Dòng điện hàn [A]	Tầm với điện cực [mm]	Chiều sâu bể xỉ [mm]	Thời gian hàn [s]	Điện áp hàn [V]
Cho dây hàn Ø 2 mm						
20	280-310	42-38	300-420	60-30	10-15	45-55
22	280-310	42-38	300-420	60-30	10-15	55-60
25	280-310	42-38	300-420	60-30	10-15	65-75
28	370-400	44-40	350-500	80-30	10-20	75-90
32	370-400	44-40	350-500	80-30	10-20	95-105
36	460-500	48-45	420-500	80-30	10-20	160-170
40	460-500	48-45	420-500	80-30	10-20	200-240
Cho dây hàn Ø 2,5 mm						
20	180-200	42-40	420-450	60-30	10-15	40-50
22	180-200	42-40	420-450	60-30	10-15	45-55
25	180-200	42-40	420-450	60-30	10-15	55-65
28	250-270	44-42	440-480	80-30	10-20	75-85
32	250-270	44-42	440-480	80-30	10-20	85-95
36	310-340	48-46	460-500	80-30	10-20	150-170
40	310-340	48-46	460-500	80-30	10-20	200-240

Cần chấm dứt mối hàn bằng chuyển động của đầu dây hàn theo chu vi của vũng hàn nhưng không tiến tới giữa vũng hàn.

Trong lúc hàn, người thợ hàn phải đổ bổ sung đều đặn thuốc hàn vào vũng hàn. Thuốc hàn đổ vào ở thời điểm bắt đầu có sự bắn tóe xỉ hàn.

Không được phép để lượng quá lớn thuốc hàn vào vũng hàn vì dễ dẫn đến sự hình thành xỉ điện.

Đối với các mối hàn giáp mối thẳng đứng, kỹ thuật hàn như sau:

Với các thanh có đường kính ≤ 32 mm, ở giai đoạn đầu của quá trình hàn, đầu dây hàn (sau khi đã gây hồ quang) cần dịch chuyển bằng dao động ngang để điền kim loại đầy khe hở hàn.

Ở giai đoạn cuối, cần hướng dây hàn song song với trục của thanh và đặt nó càng gần bề mặt của thanh trên càng tốt, đầu dây hàn thực hiện chuyển động bán nguyệt. Kết thúc hàn bằng cách rút dây hàn ra khỏi bề mặt thanh và chuyển động đầu dây hàn theo chu vi bề xỉ gần khuôn. Với các thanh có đường kính $20 \div 28$ mm, ở giai đoạn khi xỉ lỏng đạt tới cạnh trên của khuôn đồng, cần ngắt hàn và sau khi thấy kim loại lỏng đã co lại (xỉ bị tối lại) thì phục hồi lại quá trình hàn để điền đầy chỗ bị co ngót.

Trong quá trình hàn các mối hàn giáp mối thẳng đứng có đường kính từ $20 \div 28$ mm ($36 \div 40$ mm), khi khoảng cách giữa bề mặt xỉ và cạnh trên của khuôn đạt tới $30 \div 40$ mm, điện áp hồ quang phải được giảm (với giá trị cho trong bảng 3.56) lúc đầu tới $36 \div 35$ V; ($41 \div 30$ V) cho thanh $d_{II} 36 \div 40$ mm.

Khi không có điều kiện kỹ thuật để giảm điện áp hồ quang ở giai đoạn cuối, cho phép kết thúc hàn các thanh thẳng đứng bằng điện áp của nguồn hàn. Khi đó cần tăng khoảng cách giữa dây hàn và thanh trên, còn góc nghiêng giữa trục dọc của thanh và dây hàn thì giảm so với trường hợp có điều kiện giảm điện áp hồ quang. Ngoài ra điện áp ban đầu của hồ quang cần lấy nhỏ hơn $4 \div 5$ V so với giá trị trong bảng 3.56. Cần chú ý hơn đến sự nung chảy đầu thanh dưới. Sau khi kết thúc quá trình hàn thì tháo khuôn đồng ra khi bề mặt xỉ đã tối sẫm lại (nguội).

Bảng 3.56. Chế độ hàn gắn đúng cho hàn giáp mối các thanh cốt thép một hàng thẳng đứng

Đường kính thanh [mm]	Tốc độ xuống dây [m/h]	Điện áp hồ quang [V]	Dòng điện hàn [A]	Tầm với điện cực [mm]	Chiều sâu bể xỉ [mm]	Thời gian hàn [s]
Dây hàn Ø2 mm						
20	280-310	40-36	280-420	60-20	10-15	80-90
22	280-310	40-36	280-420	60-20	10-15	85-95
25	280-310	40-36	280-420	60-20	10-15	95-100
28	370-400	44-40	350-500	80-20	10-15	110-120
32	370-400	44-40	350-500	80-20	10-20	140-150
36	460-500	48-45	420-500	80-30	10-20	160-170
40	460-500	48-45	420-500	80-30	10-20	200-240
Dây hàn Ø2,5 mm						
20	180-200	42-40	420-450	60-20	10-15	75-85
22	180-200	42-40	420-450	60-20	10-15	80-90
25	180-200	42-40	420-450	60-20	10-15	90-100
28	250-270	44-42	460-480	80-20	10-15	110-120
32	250-270	44-42	460-480	80-20	10-20	135-155
36	310-340	48-46	460-500	80-30	10-20	150-170
40	310-340	48-46	460-500	80-30	10-20	200-240

III. THIẾT BỊ VÀ CÔNG NGHỆ HÀN, CẮT BẰNG KHÍ

1. Nguồn nhiệt ngọn lửa khí

Phương pháp công nghệ hàn nóng chảy dùng ngọn lửa khí thường được gọi là công nghệ hàn khí cháy (hàn hơi).

Hàn hơi là một trong những phương pháp hàn hóa năng, trong đó dùng nhiệt lượng phản ứng cháy của khí cháy trong oxy để nung nóng chảy vật hàn và vật liệu kim loại bổ sung để tạo nên mối hàn.

Phương pháp hàn hơi đã được áp dụng rộng rãi trong sản xuất từ đầu thế kỷ 20. Lúc đầu, khi phương pháp hàn hồ quang còn chưa hoàn hảo, hàn hơi là phương pháp hàn cơ bản dùng trong gia công kim loại và cho các mối hàn có độ bền cao.

Hiện nay phương pháp hàn khí được dùng rộng rãi để hàn các tấm

kim loại có thành mỏng và các kim loại, hợp kim màu.

Các khí dùng cho hàn hơi có hai loại: khí oxy dùng để cho sự cháy tồn tại với các khí cháy như axetylen (C_2H_2), metan, khí ga, khí hydro (H_2)...

Trong thực tế, khí cháy chủ yếu dùng để hàn là khí axetylen, vì khí này khi cháy tỏa ra nhiệt lượng có ích cao nhất (11470 cal/m^3) và đưa nhiệt độ ngọn lửa lên mức cao nhất (3150°C).

Ngọn lửa cháy của khí axetylen và oxy cho nhiệt độ cao nhất với tỷ lệ

$$\text{thích ứng } \beta = \frac{V_{O_2}}{V_{C_2H_2}}.$$

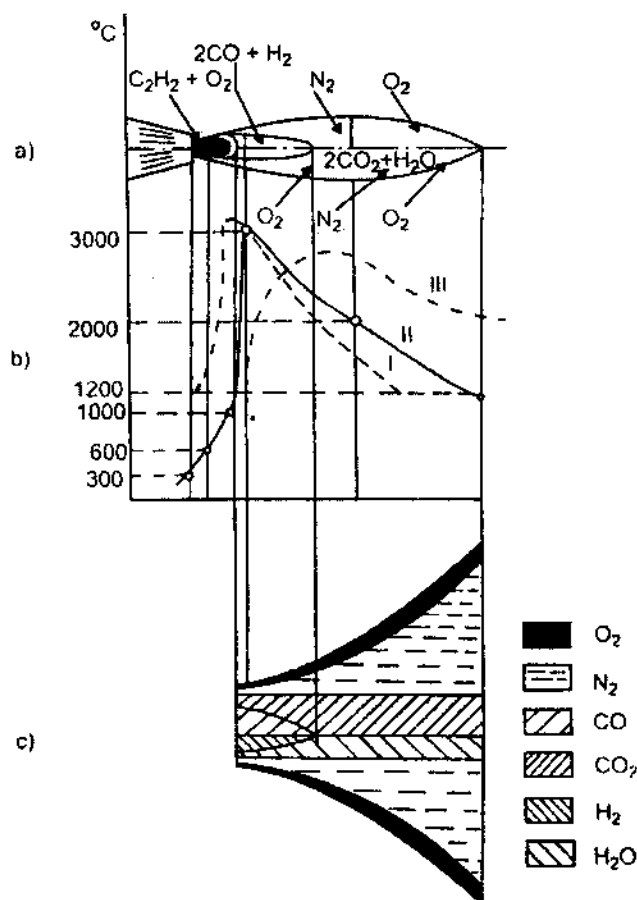
a) Ngọn lửa trung hòa:

Khi tỷ lệ $\beta = 1 \div 1,2$, ngọn lửa có tên là ngọn lửa trung hòa (hoặc ngọn lửa bình thường) - hình 3.45.

Ngọn lửa này được dùng nhiều trong hàn thép, đồng, bạc và kẽm.

Ngọn lửa chia thành 3 vùng: vùng hạt nhân, vùng giữa và vùng đuôi ngọn lửa.

- Vùng hạt nhân có chiều dài ngắn, xuất hiện ở đầu mỏ hàn, có màu sáng trắng, nhiệt độ ở đây không cao. Trong vùng này là hỗn hợp

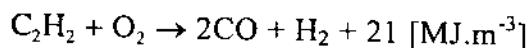


Hình 3.45. Ngọn lửa trung hòa của hỗn hợp $C_2H_2 + O_2$

a) quá trình cháy; b) sự phân bố nhiệt: I. ngọn lửa oxy hóa; II. ngọn lửa trung hòa; III. ngọn lửa cacbon hóa; c) thành phần hóa học của ngọn lửa

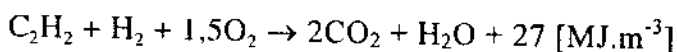
của khí $C_2H_2 + O_2$ và xuất hiện sự phân ly của khí C_2H_2 .

- Vùng cháy không hoàn toàn (vùng giữa ngọn lửa), tại đây xảy ra phản ứng cháy đầu tiên (pha thứ nhất):



Ở vùng này các sản phẩm hóa học bao gồm 61% CO; 22% H_2 ; 17% H. Quá trình cháy làm cho nhiệt độ vùng này tăng mạnh, đặc biệt ở điểm cách đầu nhân ngọn lửa khoảng $2 \div 3$ mm cho nhiệt độ cao nhất ($3150^\circ C$). Do sự cháy mạnh mà vùng này có màu xanh sáng. Ở điểm cuối của vùng này (cách đầu của hạt nhân ngọn lửa khoảng 10 mm) đã có biểu hiện của khu vực cacbua hóa.

- Vùng cacbua hóa (vùng cháy hoàn toàn hoặc vùng đuôi ngọn lửa). Vùng này có màu vàng lẫn màu đỏ, và tại đây xảy ra pha thứ hai của sự cháy. Các sản phẩm từ pha này đều được kết hợp với oxy của môi trường không khí theo phản ứng:



Trong vùng này chứa đựng các sản phẩm gây ra sự ôxyt hóa bao gồm CO_2 ; H_2O ; O_2 và có cả H_2 .

b) Ngọn lửa ôxyt hóa:

Khi tỷ số $\beta = \frac{O_2}{C_2H_2} > 1,2$; ngọn lửa có tên là ngọn lửa thừa oxy hay ngọn lửa ôxy hóa.

Đặc điểm của ngọn lửa này là hạt nhân của ngọn lửa ngắn hơn so với ngọn lửa trung hòa; mặt khác do trong ngọn lửa thừa oxy có trong vùng xung quanh cung hàn do vậy gây ra sự ôxy hóa các nguyên tố hợp kim của vùng hàn. Ngọn lửa này có màu xanh.

Ngọn lửa này thường dùng để hàn hợp kim đồng (đồng thau, đồng thanh) hoặc dùng để tôi bề mặt thép, ít dùng để hàn đồng đỏ hoặc các kim loại nhẹ.

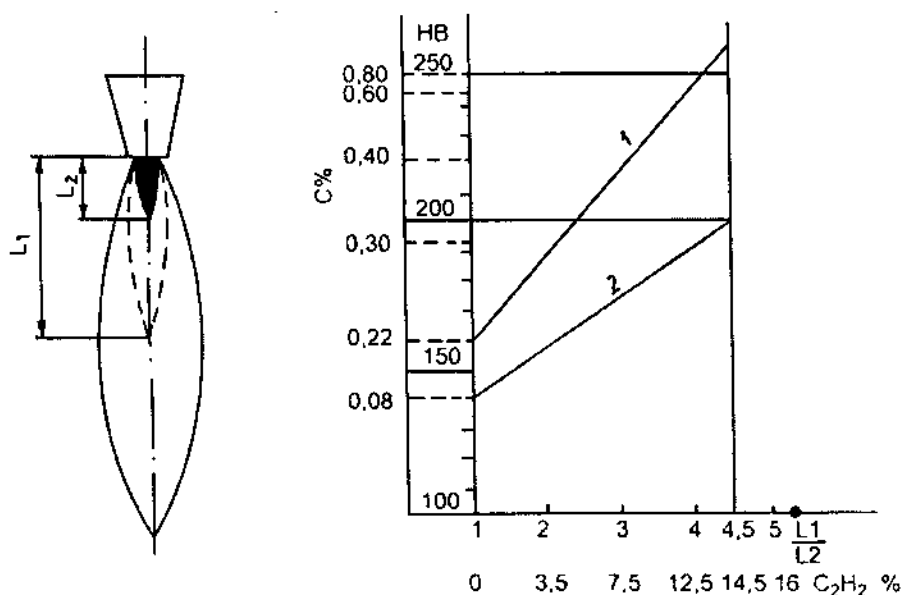
c) Ngọn lửa cacbon hóa

Ngọn lửa cacbon hóa (còn gọi là ngọn lửa thừa cacbon).

Ở đây tỷ số $\beta = \frac{O_2}{C_2H_2} < 1$. Ngọn lửa này có phần hạt nhân bị kéo dài

hơn và có màu đỏ sáng (tức là màu vàng trên nền đỏ. Thường dùng ngọn lửa này cho việc hàn vẩy các hợp kim nhôm và hàn gang.

Công suất nhiệt của ngọn lửa hàn khí được điều chỉnh bởi lưu lượng khí đốt đưa vào hỗn hợp cháy trong một đơn vị thời gian, bằng cách dùng các van điều chỉnh trên mỏ hàn để thực hiện. Hình 3.45 và hình 3.46 biểu thị ngọn lửa hàn khí $C_2H_2 + O_2$ với sự phân bố nhiệt độ theo các vùng và kích thước hạt nhân ngọn lửa phụ thuộc vào lưu lượng khí C_2H_2 và đương kính lỗ mỏ hàn.



Hình 3.46. Kích thước của hạt nhân ngọn lửa với đường kính mỏ hàn và lưu lượng khí C_2H_2 khác nhau.
1- Thép 0,22%C; 2- Thép 0,08%C.

Đối với ngọn lửa hydro và oxy dùng cho công nghệ hàn cũng có quá trình diễn ra giống với ngọn lửa $C_2H_2 + O_2$; nhưng ngọn lửa $H_2 + O_2$ không có hạt nhân ngọn lửa và nhiệt độ của ngọn lửa này đạt được thấp hơn ($2800^\circ C$).

Trong công nghệ hàn khí, khi ngọn lửa khí tiếp xúc với bề mặt vật hàn, chúng sẽ truyền nhiệt cho vật hàn theo một đường, gọi là vệt nung nóng. Trong vệt này, cường độ cấp nhiệt trong các phần khác nhau của

vết sẽ khác nhau.

Hình 3.47 cho thấy cường độ cấp nhiệt thay đổi theo hướng chùm ngọn lửa.

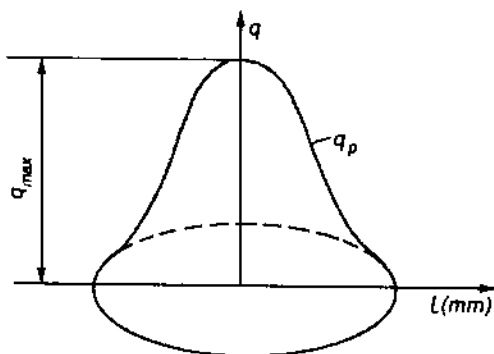
Giả sử gọi:

$q_{\max}$ - dòng nhiệt cấp cực đại ở tâm vật nung;

K- hệ số tập trung nhiệt phụ thuộc vào kích thước và sự phân bố nhiệt cho ngọn lửa.

ρ - bán kính vật nung ở điểm xét.

q_n - cường độ dòng cấp nhiệt.



Hình 3.47. Mô hình chùm nhiệt của ngọn lửa.

Khi đó ta có:

$$q_n = q_{\max} e^{-K_p^2} \quad (39)$$

Mật khác sự cấp nhiệt này còn phụ thuộc vào lượng khí C_2H_2 tiêu hao (bảng 3.57).

Bảng 3.57. Lượng nhiệt cung cấp phụ thuộc lượng tiêu hao khí C_2H_2

Vị trí điều chỉnh van mở hàn	Tiêu hao C_2H_2 [l/h]	Lượng cấp nhiệt hữu ích q_n		$q_{\max}$ [cal/cm ² ,s]	K [1/cm ²]
		cal/s	KJ/s		
1	150	380	1,59	47	0,39
2	250	600	2,51	67	0,35
3	400	720	3,03	72	0,31
4	600	920	3,75	82	0,28
5	1000	1270	5,31	93	0,23
6	1700	1750	7,32	111	0,20
7	2600	2250	9,40	122	0,17

2. Vật liệu hàn khí cháy

a) Ôxy được chứa trong chai có áp suất 150 kG/cm² hoặc được lấy từ hệ thống ống dẫn của trạm điều chế ôxy. Bản thân ôxy không cháy nhưng

là chất không thể thiếu trong quá trình cháy. Nói chung khí ôxy ít nguy hiểm.

b) Cacbit canxi (đất đèn) là chất có màu tro dưới dạng cục rắn. Kích thước các cục cacbit canxi và ký hiệu qui ước của chúng cho trong bảng 3.58.

Bảng 3.58. Ký hiệu và kích thước các cục cacbit canxi

Kích thước các cục cacbit canxi [mm]	2-8	8-15	15-25	25-80
Ký hiệu qui ước	2/8	8/15	15/25	25/80

Khi phân loại rồi, cacbit canxi không được chứa hơn $2 \div 5\%$ số cục có kích thước khác loại. Cacbit canxi được chứa trong các thùng sắt kín. Cacbit canxi dùng để chế khí axetylen.

c) Axetylen là chất khí không màu và có mùi hôi đặc trưng, nó dễ cháy và dễ gây nổ. Nếu hít phải khí này trong một thời gian dài sẽ bị chóng mặt, buồn nôn và có thể bị nhiễm độc. Trong kỹ thuật hàn, khí axetylen được điều chế từ cacbit canxi (bảng 3.59).

Bảng 3.59. Điều chế khí axetylen từ cacbit canxi

Chỉ số	Kích thước cục [mm]								Kích thước hỗn hợp	
	25/80		15/25		8/15		2/8		Loại 2	
Thể tích axetylen khô điều chế từ 1 kg cacbit canxi [lit]	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
	285	265	275	255	265	245	255	235	275	255

Để một thể tích axetylen cháy hoàn toàn, cần có 2,5 lần thể tích ôxy lớn hơn. Khi cháy trong hỗn hợp với ôxy sạch axetylen cho ngọn lửa có nhiệt độ lên tới 3150°C .

d) *Chất xốp và axeton*. Để giữ được axetylen trong bình chứa (chai đựng), người ta hòa tan axetylen vào axeton và chất xốp để tạo điều kiện cho hỗn hợp hòa tan này có diện tích bề mặt tiếp xúc lớn.

Một thể tích axêton ở điều kiện tiêu chuẩn có thể hòa tan 23 lần thể tích axêtylen. Khi nhiệt độ môi trường tăng thì mức độ hòa tan axêtylen trong axêton giảm và ngược lại.

e) *Các loại khí thay thế khí axêtylen.* Đó là khí thiên nhiên, khí nén hỗn hợp prôpan - butan. Để 1m³ prôpan cháy, cần có 5 m³ ôxy, với 1m³ butan sẽ là 6,5m³ ôxy.

Prôtan - butan nặng hơn không khí. Nhiệt độ của ngọn lửa do hỗn hợp khí này cháy đạt 2500 ÷ 2750°C.

Ngoài prôpan - butan, để cắt kim loại, người ta còn dùng khí thiên nhiên. Nhiệt độ ngọn lửa cháy của khí thiên nhiên đạt tới 2750°C ÷ 2850°C.

Để cắt kim loại cũng có thể dùng dầu hỏa. Hơi của dầu hỏa dễ cháy nổ. Nhiệt độ ngọn lửa cháy đạt tới 2200 ÷ 2400°C khi hơi của nó cháy trong ôxy.

g) *Xăng.* Xăng là chất dễ bốc hơi, trong không khí dễ bắt lửa. Hơi xăng nặng hơn không khí, do đó để gia công không nên dùng xăng nguyên chất. Nên dùng hỗn hợp 65 ÷ 50% dầu hỏa và 35 ÷ 50% xăng.

Bảng 3.60 và 3.61 cho các loại khí cháy dùng cho hàn và cắt.

Bảng 3.60. Các loại khí cháy dùng để hàn và cắt [4]

Loại khí	Nhiệt độ ngọn lửa với O ₂ [°C]	Tỷ lệ hỗn hợp O ₂ / khí cháy	Giới hạn gây nổ của hỗn hợp với	
			không khí [%]	ôxy [%]
Axêtylen (C ₂ H ₂)	2700 + 3150	1,0-1,2	2,2-82	2,8-93
Hyđrô (H ₂)	2100 + 2800	0,25 - 0,35	4,1-75	3,0-95
Hỗn hợp prôtan và butan (C ₃ H ₈ + C ₄ H ₁₀)	2100 + 2800	2,5-3	2,3-9,5	2,0-60
Mêtan (CH ₄)	1700 + 2500	1,0-1,4	4,5-15	4,5-60

Bảng 3.61. Đặc điểm cơ bản của một số loại khí dùng trong hàn và cắt.

Loại khí	Khí cháy			Khí bảo vệ	
	Ôxy	Axetylen	Propan - butan lỏng	Hỗn hợp khí CO ₂	Argon
Ký hiệu bình	Xanh dương	Vàng	Đỏ	Xám	Xám
Ống dẫn mềm	Xanh dương	Đỏ	Da cam	Đen	Đen
Ống dẫn	Xanh dương	Vàng	Vàng	Đen	Đen
Tỷ trọng so với không khí	Nặng hơn	Nhẹ hơn	Nặng hơn	Nặng hơn	Nặng hơn
Lượng khí hút ra	Đóng băng khi hút ra nhiều	Giới hạn	Đóng băng khi hút ra nhiều	Đóng băng khi hút ra nhiều	Không hạn chế
Công dụng	Cần cho sự cháy	Khí cháy	Khí cháy	Khí bảo vệ	Khí bảo vệ
Những nguy hiểm đặc biệt	Không tự cháy. Khi không khí giàu ôxy sẽ làm tăng tốc độ bắt cháy, cho nên không sử dụng ôxy tùy tiện, không tiếp xúc dầu mỡ.	Dễ nổ với nồng độ 2% thể tích trong không khí. Tự bốc cháy ở nhiệt độ 300°C. Sự phản xạ axetylen có thể gây nổ.	Dễ nổ với 2 - 9% nồng độ thể tích trong không khí. Gây ngạt thở. Tự bốc cháy ở nhiệt độ 470°C.	Gây ngạt thở	Gây ngạt thở

Bảng 3.62a. Các loại khí thay thế khí axetylen

Khí thay thế	Khối lượng riêng (kg/m ³)	Hệ số thay thế khí axetylen:		Tỷ lệ tương ứng giữa ôxy và khí thay thế
		Khí hàn vậy	Khí cắt ôxy	
Hydro	0,0898	-	1,2	1 : 4
Propan kỹ thuật	1,867	-	0,6	1 : 3
Khí dầu mỏ	0,776 - 1,357	-	-	1 : 3
Khí cốc	0,490	3,2	3,2	1 : 3
Khí thiên nhiên	-	-	-	1 : 3
Khí dầu hỏa	-	1,35	-	-
Axetylen	1,091	-	-	1 : 2,5

3. Thiết bị hàn và cắt bằng khí

Thiết bị hàn và cắt bằng khí cháy hiện tồn tại ở Việt Nam có rất nhiều loại. Có nhiều và được sử dụng nhiều là thiết bị của Liên Xô trước đây. Chúng tôi xin giới thiệu đặc tính của một số thiết bị (bảng 3.62b đến bảng 3.70).

Bảng 3.62b. Kích thước các chai khí nén vạn năng (Việt Nam)

Loại	Kích thước [mm]			Khối lượng [kg]	Thể tích [l]		Khối lượng khí [kg]
	Chiều dài không kể van	Đường kính ngoài	Chiều dày		Toàn phần	Sức chứa độn	
I	1515	300	4,0	58	100	90	50
II	1000	325	5,0	45	75	67,5	37
III	930	390	5,0	60	98	87,0	48
IV	870	325	5,0	40	64	58,0	32

Bảng 3.63 . Đặc tính kỹ thuật các van giảm áp (Liên Xô cũ)

Loại van	Áp suất tối đa ở đầu vào [kG/cm ²]	Áp suất làm việc [kG/cm ²]	Khả năng cấp khí [m ³ /h]	Khối lượng [kg]	Ứng dụng
Ôxy DKP 1-65	200	1-15	60	2,4	Sụt áp không nhiều hơn 0,6 kG/cm ²
Axetylen DPA.1-65	30	1,2	3-5	3,08	
Propan - butan DPP.1-65	25	0,1-3	5	2,40	
Ôxy DKD-15-15	200	1-15	60	3,40	Cho cắt khí
Ôxy DKD-8-65	200	0,5-8	25	3,40	
Axetylen DAD-1-65	30	0,1-1,2	< 5	3,49	

Bảng 3.64. Đặc tính kỹ thuật bình điều chế axetylen di động (của Liên Xô cũ)

Loại bình điều chế	Năng suất		Áp suất axetylen [kG/cm ²]		Khối lượng cacbít canxi một mẻ [kg]	Cỡ hạt cacbít canxi [mm]	Kích thước bình [mm]	Khối lượng bình điều chế [kg]
	l/s	m ³ /h	Tối đa trung bình	Làm việc				
GVR-1,25M	0,35	1,25	0,7	0,08-0,15	4	15/25 và 25/80	1000x480	50
ANV-1,25-72	0,35	1,25	0,1	0,015-0,02	5	25/80	1330x446	42
ASM-1,25-3	0,35	1,25	1,5	0,1-0,7	3	25/80	-	19
ASV-1,25-4	0,35	1,25	1,5	0,1-0,7	3	25/80	380x400x905	19

Chú thích: để qui đổi áp suất axetylen ra MPa, cần chia số liệu trong bảng cho 100.

Bảng 3.65. Đặc tính kỹ thuật của mỏ hàn PU-11 (Ba Lan)

Chiều dày tấm hàn [mm]	đến 1	1-2	2-3	3-5	5-8	8-12	12-20
Cỡ số đầu mỏ hàn	1	2	3	4	5	6	7
Mức tiêu thụ [l/h]:							
+ Axetylen	100	160	250	400	630	1000	1600
+ ôxy	120	185	280	450	730	1150	1760
Áp suất đầu vào của mỏ hàn [kG/cm ²]:							
+ ôxy	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
+ axetylen					0,005 ÷ 0,4		

Bảng 3.66. Đặc tính kỹ thuật mỏ hàn GS-2 (Liên Xô)

Thông số	Cỡ số mỏ hàn			
	0	1	2	3
Chiều dày tấm hàn [mm]	0,2-0,7	0,5-1,5	1,0-2,5	2,5-4,0
Mức tiêu thụ [l/h]:				
+ axetylen	20-65	50-125	120-240	230-400
+ ôxy	22-70	55-135	130-260	250-440
Áp suất đầu vào mỏ hàn [kG/cm ²]:				
+ ôxy	0,5-4	0,5-4	1,5-4	2-4
+ axetylen	≥ 0,01	≥ 0,01	≥ 0,01	≥ 0,01

Bảng 3.67. Đặc tính kỹ thuật thiết bị hàn khí di động (Liên Xô cũ)

Ký hiệu thiết bị	Mục đích phạm vi sử dụng	Chiều dài tấm gia công [mm]	Mức tiêu thụ [l/s]:		Khối lượng [kg]	Phụ tùng	Chú thích
			ôxy	khí cháy			
ПГУ-3	Hàn và hàn vẩy thép cacbon thấp và kim loại màu	≤ 4 khí hàn	≤ 0,23 khí hàn	≤ 0,067 propan - butan	22	Van giảm áp DKP-1-65 Mỏ hàn GZM-2-62M	Chai ôxy 5 lít; Propan-butan 4 lít
Bộ hàn khí KFC-1-72	Hàn, hàn đắp, hàn vẩy, nung kim loại đen và kim loại màu (không kể đồng)	0,5-7	≤ 0,4 khí hàn ≤ 1,6 khí nung	≤ 0,11 propan - butan	1,7	Mỏ hàn GZU.2-621 với các đầu hàn số 1,2,3,4. Mỏ hàn GZU-2-6-11 với các đầu hàn 5,6,7	

Bảng 3.68. Đặc tính kỹ thuật của máy cắt oxy di động dùng cho thép

Kiểu	Ứng dụng	Chiều dày tấm [mm]	Tốc độ cắt		Số đầu cắt	Công suất [W]	Kích thước [mm]	Khối lượng phần động [kg]
			10 ⁻³ m/s	mm/phút				
Raduga	Cắt các tấm theo đường thẳng và cắt mặt bích	5-100	1,5-26,6	90-1600	1-2	90	405x250x245	16
Sputnik-2	Cắt ống vuông góc với đường sinh hay vát mép ống và cắt các đoạn ống	5-50	3,33-11,33	200-680	1-2	80	55x430x300	18

Bảng 3.69. Đặc tính kỹ thuật một số mỏ cắt

Đặc tính	Plamia	RZR	RU-70	RTS-70
Chiều dày tấm cắt [mm]	3-300	3-300	3-300	3-30; 30-70
Mức tiêu thụ [m ³ /h]:				
+ Oxy	3-42	2,5-40	3-36	3-5; 5-10
+ Khí thiên nhiên			0,6-1,2	0,4-0,5
+ Mêtan	0,6-1,2			0,5-0,6
+ Hỗn hợp propan-butan	-	1,1-1,9	0,96-1,92	-
Áp suất [kG/cm ²]:				
+ Oxy	3,5-14	2-11	3,5-12	3-4; 4-6
+ Axetylen	0,1	-	0,01	≥ 0,1
+ Khí cháy	-	0,1	0,1	-
Chiều dài [mm]:	550	545	545	-
Khối lượng [kg]	1,4	1,3	1,6	-

Bảng 3.70. Kích thước và khối lượng ống cao su

Đường kính [mm]:		Chiều dài [m]	Khối lượng [kg/m]
Trong	Ngoài		
6	14,0	10 + 14	0,115
9	18,0	hoặc ngắn hơn	0,200
12	22,5	-	0,235
16	26,0	-	0,305

4. Công nghệ hàn thép bằng khí

Tùy theo tỷ lệ giữa oxy và axetylen ($\beta = O_2/C_2H_2$) trong hỗn hợp cháy mà ngọn lửa hàn có thể là ngọn lửa bình thường, ngọn lửa oxy hóa và ngọn lửa cacbua hóa.

Ngọn lửa bình thường (còn gọi là ngọn lửa trung tính) xuất hiện khi tỷ lệ oxy với axetylen nằm trong khoảng $\beta = 1,1 \div 1,2$. Ngọn lửa gồm ba vùng. Vùng hạt nhân ở ngay đầu mỏ hàn, có dạng hình côn đầu tù có màu sáng chói. Vì không có oxy nên nhiệt độ vùng này thấp, không dùng để hàn. Vùng hoàn nguyên (tiếp theo vùng hạt nhân) có màu sáng xanh, nhiệt độ đạt cao. Nhiệt độ tối đa của ngọn lửa hàn này nằm ở vùng hoàn nguyên và ở cách nhân ngọn lửa $2 \div 4$ mm. Vì vậy chỗ này dùng để nung chảy kim loại hàn.

Vùng đuôi ngọn lửa nằm sau vùng hoàn nguyên và có dạng hình côn kéo dài, màu đỏ sẫm, nhiệt độ vùng này thấp hơn.

Ngọn lửa bình thường được dùng cho phần lớn công việc hàn.

Khi tỷ số $\beta > 1,2$ sẽ cho ngọn lửa oxy hóa hoặc còn gọi là ngọn lửa thừa oxy. Do thừa oxy nên nhân ngọn lửa ngắn lại còn vùng giữa và vùng đuôi không phân biệt rõ ràng, ngọn lửa có màu sáng trắng. Ngọn lửa này thường chỉ dùng khi hàn đồng thau.

Khi tỷ số $\beta < 1,1$ sẽ cho ngọn lửa cacbon hóa hay còn gọi là ngọn lửa thừa cacbon. Do thừa cacbon nên nhân ngọn lửa kéo dài và nhập vào vùng giữa. Nhiệt độ của ngọn lửa thấp hơn. Ngọn lửa này thường dùng để hàn gang hay nhôm.

Trong quá trình hàn, ngọn lửa không chỉ nung chảy kim loại mà còn bảo vệ vùng hàn nóng chảy khỏi ảnh hưởng không lợi của oxy và nitơ từ môi trường không khí xung quanh. Do đó khi hàn, vùng kim loại cơ bản nóng chảy và vùng dây hàn (que hàn bổ sung) nóng chảy phải luôn luôn nằm trong vùng hoàn nguyên của ngọn lửa hàn.

Việc thay đổi góc nghiêng của đầu mỏ hàn so với bề mặt vật hàn có thể làm thay đổi cường độ nung chảy kim loại cần hàn. Cường độ nóng chảy đạt tối đa khi đầu mỏ hàn vuông góc với bề mặt cần hàn.

Khi hàn các tấm rất mỏng và các kim loại có nhiệt độ nóng chảy rất thấp thì đầu mỏ hàn được đặt gần như song song với bề mặt vật hàn.

Khi cần thiết, mỏ hàn có thể di chuyển thẳng dọc theo hướng hàn hoặc có thêm cả các dao động ngang so với hướng đó hoặc các chuyển động xoay tròn, nhằm mục đích nung nóng sơ bộ tấm hàn hoặc tạo sự diềm dầy kim loại được tốt cũng như để đạt được hình dáng mối hàn đẹp.

Khi hàn các tấm mỏng hoặc các tấm có gấp mép hàn thì đầu mỏ hàn di động thẳng mà không có dao động ngang.

Khi hàn có thể di động mỏ hàn từ trái sang phải hoặc từ phải sang trái.

Khi hàn từ phải sang trái là hàn trái: tức là dây hàn bổ sung sẽ đi trước và đầu mỏ hàn với ngọn lửa hàn đi ngay sau.

Do vậy người thợ hàn nhìn rõ mối hàn hình thành và dễ điều chỉnh để tạo hình dáng mối hàn tốt. Tuy nhiên nhiệt của ngọn lửa không tập trung được vào vùng hàn, mối hàn nguội nhanh. Hướng di chuyển này thường dùng để hàn các tấm có chiều dày nhỏ hơn 3 mm.

Ngược lại khi di chuyển mỏ hàn từ trái sang phải (hàn phải); mỏ hàn sẽ đi trước, que hàn đi sau do vậy các đặc điểm sẽ ngược lại so với hàn trái. Vì vậy kỹ thuật này thường dùng để hàn các tấm hàn dày hơn 3 mm.

• Dùng ngọn lửa bình thường để hàn thép cacbon thấp

Công suất ngọn lửa khi hàn từ trái sang phải là $100 \div 130 \text{ dm}^3/\text{h}$ khí axêtylen và từ phải sang trái là $120 \div 150 \text{ dm}^3/\text{h}$ khí axêtylen cho 1 mm chiều dày vật hàn.

Theo tiêu chuẩn GOST-2246-70 của các nước thuộc Liên Xô cũ (SNG), người ta hay dùng các dây hàn phụ loại C_B-08 , C_B-08A , $C_B-10\Gamma A$; lúc đó không cần phải dùng thuốc hàn.

Nếu dùng ngọn lửa ôxy hóa thì dùng dây hàn loại $C_B-12\Gamma C$, $C_B-08 \Gamma 2C$, và $C_B-15C\Gamma O$.

Khi hàn thép cacbon trung bình thì thường dùng ngọn lửa bình thường có công suất ngọn lửa nhỏ hơn một chút.

Với vật hàn dày trên 3 mm thường nung nóng sơ bộ vật hàn lên $250 \div 350^\circ\text{C}$ hoặc nung nóng cục bộ xung quanh mối hàn bằng mỏ nung lên với $650 \div 700^\circ\text{C}$.

Với thép cacbon cao thì dùng ngọn lửa bình thường và thực hiện hàn

từ trái sang phải hay là dùng ngọn lửa có đặc tính cacbua hóa một chút. Khi đó dây hàn là loại chứa ít cacbon. Khi hàn thép có hàm lượng cacbon trên 0,7% thì nên dùng thêm thuốc hàn (như borac).

Khi hàn thép kết cấu cacbon thấp thì dùng ngọn lửa bình thường. Công suất ngọn lửa của phương pháp hàn từ trái sang phải là $75 \div 100 \text{ dm}^3/\text{h}$ và từ phải sang trái là $100 \div 130 \text{ dm}^3/\text{h}$ khí axêtylen cho 1 mm chiều dày tấm hàn.

Dây hàn được dùng ở đây là loại C_B-08 , C_B-08A và không cần dùng thuốc hàn.

5. Cắt kim loại bằng khí ôxy

Việc chuẩn bị kim loại trước khi cắt ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng bề mặt cắt và năng suất của quá trình.

Đối với thép cán dạng tấm khi cắt bằng khí ôxy phải là thép sạch (không bị gỉ, không bắn dầu mỡ). Sau khi làm sạch, ta phân loại và bảo quản trước khi cắt; đồng thời phải lấy dấu rồi mới đưa đến chỗ làm việc của thợ cắt.

Đối với thép định hình, trước khi cắt chúng được phân loại theo prôphin và được đặt lên giá cao từ $100 \div 200 \text{ mm}$. Trên đó người ta tiến hành lấy dấu trước khi cắt.

Khi cắt thép đúc (như cắt đầu ngót, các hệ thống dẫn, v.v.) thì cần làm sạch chỗ cắt.

Trong thực tế, người ta thường tẩy gỉ chỗ cần cắt bằng cách nung chỗ đó bằng ngọn lửa khí mạnh.

Khoảng cách tối ưu (mm) giữa đầu mỏ cắt dùng khí axêtylen và bề mặt vật cần cắt là:

Khoảng cách (mm)	2-3	3-4	3-5	4-6	5-8	7-10
Chiều dày tấm cắt (mm)	3-10	10-25	25-50	50-100	100-200	200-300

Khi dùng các loại khí cháy khác thay thế cho khí axêtylen cần phải giảm các khoảng cách trên từ $30 \div 50\%$.

Khi điều chỉnh ngọn lửa nung nóng chuẩn bị để cắt ta cần phải lưu ý

những điểm sau:

- Để cắt kim loại (thép) dày dưới 300 mm, thường dùng ngọn lửa bình thường và điều chỉnh cho đến khi mở van oxy để cắt. Trong trường hợp ngược lại sẽ có thừa khí cháy trong ngọn lửa.

- Tốt nhất bắt đầu cắt ở chỗ rìa mép nào đó của tấm cắt vì kim loại ở đó dễ nung lên đến nhiệt độ cắt và quá trình cắt xảy ra dễ hơn.

Trường hợp phải cắt thủng các phần ở trong tấm thì trước khi cắt cần phải tạo ra lỗ nhỏ ban đầu ở chỗ sẽ cắt bỏ đi.

- Đầu mỏ cắt lúc đầu được đặt vuông góc với bề mặt cắt tại lỗ nhỏ ban đầu đó. Sau khi nung kim loại chỗ đó tới nhiệt độ cắt, thì nghiêng đầu mỏ cắt đi một góc 45° hay nhỏ hơn (tùy theo chiều dày của tấm kim loại cần cắt). Đồng thời mở nhẹ nhàng van oxy từ 1/5 tới 1/3 vòng để mức tiêu thụ của nó là tối thiểu. Sau khi dòng oxy cắt tạo rãnh sâu tới 2/3 chiều dày tấm, quay mỏ cắt nhẹ nhàng lại vị trí ban đầu. Đồng thời mở hết cỡ van (của oxy trên mỏ cắt) ra.

Thông thường để làm nhanh quá trình làm thủng tấm cắt, người thợ cắt thường đồng thời di động chậm mỏ cắt về phía ngược lại với rãnh được tạo ra.

- Khi dòng oxy cắt đã làm thủng toàn bộ chiều sâu tấm, người thợ cắt bắt đầu di động mỏ cắt một cách đều đặn với tốc độ đã chọn.

Khi cắt theo đường thẳng, để làm dễ dàng công việc, người ta thường đặt các loại dưỡng dọc theo đường cắt (ví dụ: dùng thép góc chữ L để bánh xe đầu cắt dịch chuyển).

Đối với thép tấm mỏng hơn 30 mm, việc nghiêng mỏ cắt có ý nghĩa quan trọng. Góc nghiêng so với phương vuông góc với bề mặt tấm phải là $\leq 40^\circ$ và ngược với hướng cắt. Điều này cho phép tăng năng suất thêm 25 ÷ 30%.

Các tấm cần cắt phải được đặt trên các giá đỡ trước khi cắt và bảo đảm sao cho phía dưới tấm có khoảng trống cao từ 100 ÷ 200 mm để dòng oxy khi cắt thoát ra khỏi rãnh cắt mà không bị cản trở.

Tốc độ cắt phụ thuộc chủ yếu vào chiều dày và tính chất của vật cắt.

Nhiều khi người ta cho rằng tốc độ cắt nhỏ có thể đạt được các vết cắt sạch. Tuy nhiên trong thực tế, khi cắt với tốc độ nhỏ rất dễ tạo thành các chỗ lõm sâu và cạnh trên bị nung chảy mạnh.

Khi cắt với tốc độ lớn có thể xuất hiện những đoạn không được cắt thủng hoàn toàn. Tốc độ cắt thích hợp sẽ cho độ nhấp nhô mặt rãnh không quá $10 \div 15 \%$ chiều dày cắt. *Dấu hiệu tin cậy* để xác định mức độ đúng đắn của tốc độ cắt là góc thoát ra của chùm tia lửa từ mặt dưới của tấm cắt phải gần bằng góc thoát ra của dòng khí oxy.

Nếu tốc độ cắt nhỏ, thì các tia lửa thoát ra theo hướng khác hẳn với hướng cắt. Khi tốc độ cắt cao, hướng thoát ra của các tia lửa sẽ ngược với hướng cắt.

Tốc độ dịch chuyển của mỏ cắt là tối ưu nếu chùm tia lửa gần như song song với dòng oxy.

Bảng 3.71 giới thiệu chế độ cắt thép cacbon và thép hợp kim thấp.

Bảng 3.71. Chế độ cắt thép cacbon và thép hợp kim thấp (không cơ giới hóa)

Chỉ tiêu	Chiều dày tấm [mm]														
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	50
Áp suất oxy [kG/cm ²]	3	3	3	3,5	3,5	3,5	4	4	4	5	5	5	5	6	
Cỡ đầu ngoài	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Cỡ đầu trong	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Tốc độ cắt [mm/phút]	540-550	-	-	-	440-450	-	-	-	380-390	-	-	310-320	-	250-260	-
Chiều rộng cắt [mm]	3	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4	4	4	4	4	4	5

Chú thích: áp suất khí cháy là $0,01 \div 0,5$ kG/cm².

Khoảng cách từ đầu cắt đến bề mặt tấm cắt $8 \div 12$ mm.

6. Cắt kim loại bằng plasma

Cắt plasma là phương pháp cắt thực hiện bởi sự nung nóng chảy cục bộ kim loại bằng dòng plasma và đồng thời thổi bỏ kim loại ra khỏi rãnh cắt.

Dòng plasma được hình thành khi cắt có nguyên tắc tương tự với phương pháp hàn plasma. Do vậy dòng plasma cho nhiệt độ cao (10.000°C) sẽ làm chảy kim loại và do tốc độ lớn sẽ dễ dàng loại bỏ kim loại ra khỏi rãnh cắt mà không cần phải có khí bảo vệ.

Cắt plasma cho chất lượng cao hơn nhiều so với cắt bằng oxy. Đặc biệt nó là phương pháp cắt bằng nhiệt duy nhất để cắt thép không gỉ và các kim loại, hợp kim nhẹ.

Cắt plasma có thể thực hiện bằng tay hoặc tự động hóa.

Trang thiết bị cắt bằng plasma có thể gồm có các thiết bị dụng cụ sau:

- Một nguồn điện tạo dòng một chiều mà điện áp không tải khoảng từ 300 ÷ 400 V.
- Một bộ điều khiển dòng điện có tần số cao.
- Mỏ cắt.
- Nguồn cung cấp khí plasma.

Các thiết bị cắt plasma của một số nước được giới thiệu trong các bảng 3.72 và bảng 3.73.

Bảng 3.72. Máy cắt plasma của hãng SAF (Pháp)

Đặc tính	Kiểu	NERTAZIP 207	NERTAZIP 215	NERTAZIP 225
Điện áp lưới (V)		220	235	230
Dòng điện vào (A)		16	16/14	24/22
Điện áp cắt (V)		100	125	125
Chế độ làm việc (chu kỳ 10 phút)		30%	70%	60%
Chiều dày cắt (mm)		7	15	25
Cắt thép cacbon (mm)		7	20	30
Mỏ cắt		CP 25R	CP 40R	CP 40R
Khí tiêu thụ (l/phút)		75	110	110
Áp suất khí (atm)		5	5	5
Trọng lượng (kG)		35	74	76,5

Bảng 3.73. Máy cắt PLASMA của hãng ESAB (Thủy Điện)

Đặc tính	Kiểu	LPG 50	LPG 80
Nguồn điện vào		400/415 (V)/3 pha 230 (V)/3 pha	400/415 (V)/3 pha 230 (V)/3 pha
Dòng điện vào		15 / 12 A	22/ 50 (A)
Phạm vi điều chỉnh dòng điện:			
- Tại 60% chu kỳ		15 - 50 (A)	15 - 80 (A)
- Tại 70% chu kỳ		40 (A)	80 (A)
- Tại chu kỳ 100%		30 (A)	65 (A)
Điện áp không tải		275 (V)/DC	275 (V)/DC
Hiệu suất		65%	70%
Lượng khí tiêu thụ		118 (l/ph) tại 4,5 bar	118 (l/ph) tại 4,5 bar
Kích thước (mm)		450 x 475 x 300	457 x 350 x 305
Trọng lượng (kg)		22	36
Khí cắt		Khí nén thông thường	Khí nén thông thường
Thép cacbon		Chiều dày 22 mm	Chiều dày 32 mm
Tốc độ cắt		175 mm/ph	250 mm/ph

IV. HÀN VẮY

1. Khái niệm

Công nghệ hàn vẩy là một phương pháp hàn cổ điển đã được dùng ở thời kỳ 3200 năm trước công nguyên. Hiện nay hàn vẩy được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp và trong nhiều dạng kết cấu (hình 3.48).

Thực chất của hàn vẩy là phương pháp nối các chi tiết kim loại hoặc hợp kim ở trạng thái rắn nhờ một kim loại trung gian gọi là vẩy hàn. Vẩy hàn có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn kim loại chi tiết hàn. Sự hình thành mối hàn ở đây chủ yếu dựa vào quá trình hòa tan và khuếch tán của vẩy hàn vào kim loại vật hàn ở mối nối. Vì thế trong quá trình hàn chỉ có vẩy hàn sẽ chảy và tiếp theo là quá trình khuếch tán khi mối hàn đông đặc.

Hàn vẩy có các đặc trưng sau:

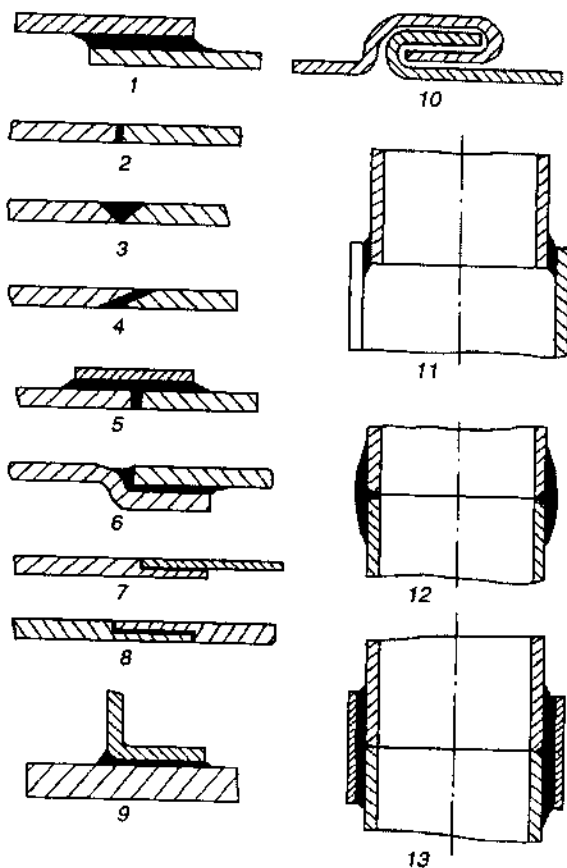
- Do không gây ra sự thay đổi thành phần hóa học của kim loại vật hàn, vùng ảnh hưởng nhiệt không tồn tại do vậy vật hàn không bị biến dạng.

- Có thể hàn được các loại kết cấu phức tạp mà các phương pháp hàn khác khó thực hiện được.

- Có khả năng hàn các vật liệu khác nhau.

- Năng suất hàn cao và không đòi hỏi công nhân bậc cao.

- Hiệu quả kinh tế cao.



Hình 3.48. Các dạng liên kết hàn vẩy
1. liên kết chồng; 2, 3-liên kết giáp mối; 4-liên kết giáp mối nghiêng; 5- liên kết giáp mối có đệm; 6, 7, 8- các dạng liên kết chồng đồng tâm; 9- liên kết chữ T; 10-liên kết ghép mút; 11, 12, 13- các liên kết ống.

2. Nhiệt độ hàn

Nhiệt độ hàn vẩy chọn theo loại vẩy hàn sử dụng. Đối với loại vẩy hàn mao dẫn người ta chọn nhiệt độ trên nhiệt độ chảy của vẩy khoảng $(20 \div 100)^{\circ}\text{C}$. Đối với loại vẩy hàn đắp thì nhiệt độ thấp nhất của vẩy hàn phải bằng nhiệt độ dính bám (thấm ướt).

Căn cứ vào nhiệt độ chảy của vật hàn, người ta chia vẩy hàn làm 2 loại.

- Vẩy hàn mềm là loại vẩy có nhiệt độ thấp hơn 450°C .
- Vẩy hàn cứng là loại vẩy hàn có nhiệt độ chảy cao hơn 450°C .

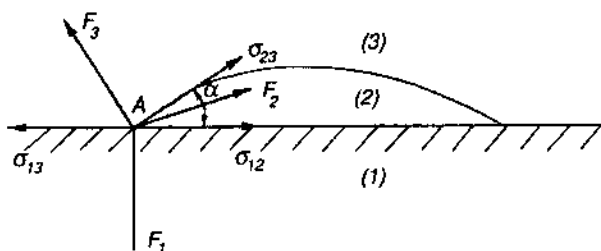
3. Sự thấm dính của vẩy hàn

Yếu tố quan trọng khi hàn vẩy là vẩy hàn phải có sức căng bề mặt ở mặt tiếp xúc giữa vật liệu rắn, vẩy hàn lỏng và môi trường khí bảo vệ (hoặc thuốc hàn).

Độ thấm dính bị ảnh hưởng bởi độ chảy lỏng và độ mao dẫn.

Độ lớn của sức căng bề mặt của kim loại lỏng phụ thuộc vào cấu trúc của giọt kim loại, nhiệt độ, thành phần thuốc hàn, môi trường và một số yếu tố về thành phần hóa học của vẩy hàn.

Độ thấm dính là khả năng của vẩy khi chảy dính bám vào bề mặt sạch của vật liệu cơ sở ở nhiệt độ làm việc. Khi đó hình dạng của giọt vẩy hàn chảy lỏng sẽ có năng lượng hệ thống giữa 3 pha (vật liệu cơ sở - vẩy hàn - thuốc hàn) là nhỏ nhất và lúc đó sẽ xảy ra liên kết nguyên tử.



Hình 3.49. Sơ đồ biểu thị sự thấm dính

α - góc thấm; σ_{12} - ứng suất căng bề mặt giữa vật liệu cơ sở và giọt chất lỏng; σ_{13} - ứng suất bề mặt giữa vật liệu cơ sở và môi trường; σ_{23} - ứng suất bề mặt giữa giọt kim loại lỏng và môi trường.

Hình 3.49 cho thấy ở vị trí tiếp xúc của giọt vẩy hàn có 3 thành phần lực:

- Lực F_1 là lực tương tác giữa các nguyên tử của lớp bề mặt của pha rắn và pha lỏng.
- Lực F_2 là lực tương tác giữa các nguyên tử trong pha lỏng.
- Lực F_3 là lực tương tác giữa các nguyên tử của pha khí.

Trên cơ sở sự tương tác của các thành phần lực đó có thể xảy ra 2 trường hợp:

- Sự thấm dính hoàn toàn: khi lực F_2 nhỏ hơn lực F_1 .
- Không thấm dính, khi lực F_2 lớn hơn lực F_1 rất nhiều.

Nếu gọi góc α là góc thấm dính thì ta có phương trình:

$$\sigma_{12} + \sigma_{23} \cos \alpha - \sigma_{13} = 0 \quad (40)$$

Do vậy góc thấm dính sẽ là:

$$\cos \alpha = \frac{\sigma_{13} - \sigma_{12}}{\sigma_{23}} = \frac{\sigma_H}{\sigma_{23}} \quad (41)$$

ở đây: σ_H là ứng suất dính bám.

Sự thấm dính sẽ xảy ra khi $\sigma_{13} > \sigma_{12}$, $\cos \alpha > 0$, khi đó $0 < \alpha < 90^\circ$ (bảng 3.74).

Bảng 3.74. Độ lớn của góc thấm dính α

α°	Mức độ thấm dính	Phạm vi sử dụng
0 đến 15°	Thấm dính hoàn toàn	Sử dụng đối với loại hàn mao dẫn
15 đến 75°	Thấm dính tốt	Hàn vẩy đắp
75 đến 90°	Thấm dính bình thường	Chỉ dùng cho hàn vẩy đắp
$> 90^\circ$	Không thấm dính	Không dùng

Sự giảm ứng suất bề mặt σ_{23} và ứng suất σ_{12} và sự nâng cao ứng suất σ_{13} sẽ ảnh hưởng có lợi tới độ thấm dính. Với sự lựa chọn giá trị nhiệt độ, loại thuốc hàn và các thành phần hợp kim trong vẩy hàn sẽ có ảnh hưởng đến giá trị của các ứng suất trên.

Đối với các vật liệu có tính dẫn nhiệt cao như Cu, Al, v.v..., thì nhiệt độ của bề mặt hàn vẩy trước khi có sự tiếp xúc với vẩy hàn nóng chảy phải bằng nhiệt độ kết tinh của vẩy hàn. Đối với các vật liệu có tính dẫn nhiệt kém, nhiệt độ thấp nhất của bề mặt hàn phải thấp hơn khoảng 25% so với nhiệt độ kết tinh của vẩy hàn.

Độ thấm dính của vẩy hàn và sự chảy loang ra của vẩy hàn có thể nâng cao hơn khi giảm bớt lượng các nguyên tố đưa vào vẩy là: Pd, Li, Ni, Si, Mn, Be, V, B, P.

4. Tính mao dẫn của vẩy hàn

Đó là khả năng của vẩy hàn chảy lỏng được điền đầy vào khe hở của mối nối ở nhiệt độ hàn bằng lực tác động mao dẫn.

Độ lớn của lực mao dẫn được xác định theo định luật thủy lực. Các

kết quả thực tế cho thấy đối với loại vẩy hàn cứng sẽ đạt tính mao dẫn cao, khi ứng suất dính bám $\sigma_H \geq 500 \text{ MN.m}^{-1}$; Đối với trường hợp hàn vẩy cứng trong môi trường ôxyt hóa thì $\sigma_H \geq 1000 \text{ MN.m}^{-1}$. Mặt khác độ lớn của áp lực mao dẫn và mức độ mao dẫn cũng phụ thuộc vào dạng khe hở của mối nối.

5. Vẩy hàn

Các yêu cầu cơ bản đối với vẩy hàn để bảo đảm các tính chất của mối hàn và công nghệ hàn gồm:

- Không hình thành các pha chuyển hóa cứng.
- Sự khác nhau về điện thế của vật liệu hàn và vẩy hàn phải nhỏ.
- Các kim loại nguyên chất phải có tính hàn tốt (độ thấm dính, độ chảy loãng và độ mao dẫn), cho các tính chất cơ lý của mối hàn tốt.
- Các loại vẩy hàn cùng tính cho tính hàn vẩy tốt và cho các tính chất cơ học của mối hàn tốt.

Các loại vẩy hàn mềm là các hợp kim chứa: Sn; Pb; Cd; Bi và có nhiệt độ khi làm việc từ $190 \div 350^\circ\text{C}$. Các loại vẩy hàn này thường dùng cho các mối nối có tính chất cơ học và chịu nhiệt nhỏ. Độ bền đạt được từ $20 \div 40 \text{ MPa}$. Các loại vẩy này thông thường có trên cơ sở Sn-Pb.

Các loại vẩy hàn mềm đặc biệt được sử dụng để bảo đảm các yêu cầu đặc biệt. Loại này thường gồm nhiều thành phần hợp kim (ngoài thành phần Sn, Pb) như Cu, Zn hoặc các nguyên tố hợp kim như Ag; Sb; Bi... Để hàn hợp kim nhôm thường dùng loại vẩy hàn chứa phần lớn Zn, vì vẩy này sẽ tạo với nhôm liên kết khuếch tán và tạo ra dung dịch đặc. Khi hàn hợp kim nhôm với vẩy thiếc tinh khiết thì liên kết chỉ là liên kết dính bám.

Vẩy hàn cứng dùng cho các liên kết yêu cầu các tính chất cơ học và chịu nhiệt cao. Các loại vẩy này thích hợp cho các kim loại và hợp kim với nhiệt độ chảy trên 1000°C .

Theo thành phần hóa học và mục đích sử dụng, có thể chia vẩy hàn cứng trên cơ sở sau:

+ Cu - Zn dùng cho kim loại đen và kim loại màu có nhiệt độ chảy trên 1000°C. Ví dụ, các vẩy đồng, đồng thau có thể hàn với khe hở nhỏ hơn 0,02 mm. Vẩy hàn đồng thau (đồng vàng) có thể hàn cho mọi phương pháp hàn, trừ trường hợp hàn trong môi trường ôxyt hóa hoặc trong chân không.

+ Vẩy Ag dùng hàn kim loại đen và kim loại màu (vẩy này có Zn và Cd) thường làm việc ở nhiệt độ từ 630 ÷ 800°C.

+ Vẩy Ni dùng hàn các loại thép chịu nhiệt hoặc các thép hợp kim chịu nhiệt.

+ Vẩy Pd dùng hàn các chi tiết của tuabin khí, máy bay và trong lĩnh vực điện tử.

+ Khi hàn trong chân không (độ chân không $10^{-10} \div 10^{-4}$ Pa) người ta dùng các loại vẩy trên cơ sở Ag; Cu; Au; Ge; Ni; Pt, Pd.

Các bảng 3.75 ÷ 3.78 giới thiệu các loại vẩy hàn của Liên bang Nga.

6. Thuốc hàn

Thuốc hàn có các yêu cầu cơ bản sau:

- Tạo điều kiện thấm dính tốt nhất giữa vẩy hàn với kim loại cơ sở.
- Làm chảy lỏng nhanh các ôxyt bề mặt và trong diện rộng trước khi hàn.

- Nhiệt độ phản ứng xảy ra phải thấp hơn nhiệt độ chảy của vẩy hàn khoảng 50 ÷ 150 °C.

- Khoảng nhiệt độ chảy của thuốc hàn phải thấp hơn nhiệt độ kết tinh 50°C và cao hơn nhiệt độ chảy lỏng 50°C.

- Dễ làm sạch sau khi hàn và không tạo các khí có hại.

Thuốc hàn cho vẩy hàn mềm thường dùng là ZnCl_2 .

Thuốc hàn dùng cho hàn vẩy cứng gồm:

- Borac ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).

- Axit boric (H_3BO_3).

Bảng 3.75. Vẩy hàn đồng - kẽm

Ký hiệu vẩy hàn	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Nhiệt độ chảy (°C)	Phạm vi sử dụng
ПМЦ -36	7,7	823	Hàn các chi tiết kim loại khi không yêu cầu có độ bền cao.
ПМЦ -42	8,1	849	Hàn vẩy đồng thau với nồng độ 68% Cu và hàn đồng thanh.
ПМЦ -47	8,2	960	Hàn vẩy đồng thau П62.
ПМЦ -52	8,3	885	Hàn vẩy đồng thanh Л68; thép Л80.
Л62	8,4	905	Hàn vẩy thép.

Bảng 3.76. Vẩy hàn thiếc - chì

Ký hiệu vẩy hàn	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Nhiệt độ chảy (°C)	Phạm vi sử dụng
ПОС-90	7,6	220	Mạ và hàn vẩy những mối hàn phía trong của dụng cụ gia đình và thiết bị y tế.
ПОС-61	8,5	190	Mạ và hàn vẩy trong thiết bị điện tử, các dụng cụ gá lắp.
ПОС-40	9,3	238	Mạ và hàn vẩy các thiết bị điện, các chi tiết máy.
ПОС-10	10,8	299	Mạ, hàn vẩy các bề mặt tiếp xúc của thiết bị điện, role, dụng cụ đo.
ПОС-61М	8,5	192	Mạ, hàn vẩy dây dẫn đồng, cáp trong công nghiệp.
ПОКС 50-18	8,8	145	Hàn vẩy các chi tiết máy, các bình ngưng tụ, hàn các chi tiết ceramic.
ПОССу 61-05	8,5	189	Mạ và hàn vẩy các thiết bị điện, máy điện, điện tử.
ПОССу 50-05	8,9	216	Mạ và hàn vẩy các kết cấu trong ngành hàng không.
ПОССу 40-0,5	9,3	235	Mạ, hàn vẩy các máy điện, các đường ống và các chi tiết của máy lạnh.
ПОССу 35-05	9,5	245	Mạ và hàn vẩy các chi tiết trong lĩnh vực điện, hàn cáp...
ПОССу 30-05	9,7	255	Mạ và hàn vẩy các tấm kẽm.
ПОССу 95-5	7,3	240	Hàn vẩy dùng trong công nghiệp điện; hàn các đường ống làm việc ở nhiệt độ cao.
ПОССу 18-2	10,1	270	Hàn vẩy trong công nghiệp ô tô.
ПОССу 5-1	11,2	308	Mạ và hàn vẩy các chi tiết làm việc ở điều kiện nhiệt độ cao.

Bảng 3.77. Vẩy bạc

Ký hiệu vẩy hàn	Khối lượng riêng (g/cm ^{3*})	Nhiệt độ (°C)		Ký hiệu vẩy hàn	Khối lượng riêng (g/cm ^{3*})	Nhiệt độ (°C)	
		Bắt đầu chảy	Chảy hoàn toàn			Bắt đầu chảy	Chảy hoàn toàn
ПC _p .72	9,9	779	779	ПC _p .40	8,4	595	605
ПC _p .50	9,3	779	850	ПC _p .37,5	8,9	725	810
ПC _p .70	9,8	730	755	ПC _p .65	-	-	-
ПC _p .62	9,7	660	700	ПC _p .25	8,5	650	710
ПC _p .45	9,1	660	725	ПC _p .15	8,3	635	810
ПC _p .25	8,7	745	725	ПC _p .3	8,7	300	325
ПC _p .12M	8,5	780	825	ПC _p .3	11,3	300	305
ПC _p .10	8,4	815	850	ПC _p .2,5	11,0	295	305
ПC _p .71	9,8	750	795	ПC _p .2	9,6	225	235
ПC _p .50	9,3	635	650	ПC _p .1,5	10,4	265	270
ПC _p .44	8,9	650	800				

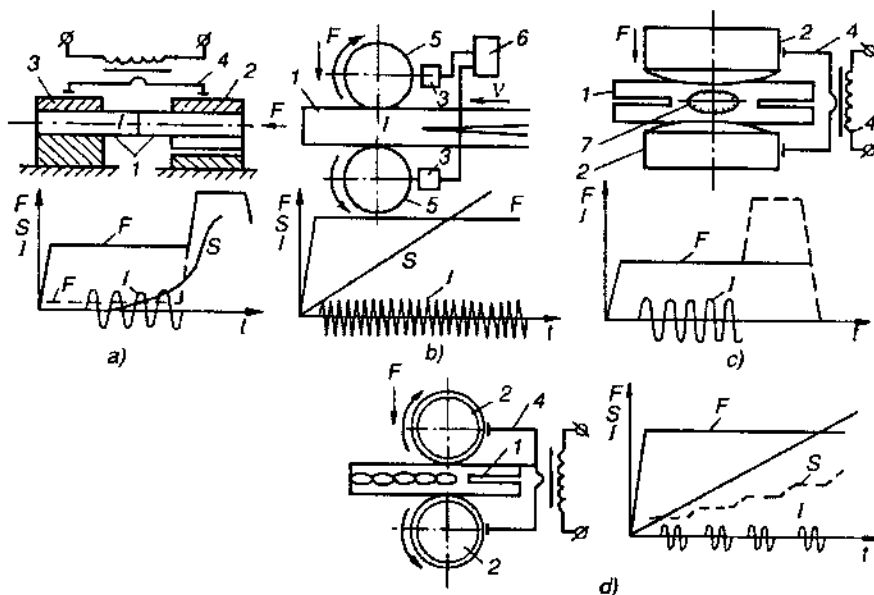
Bảng 3.78. Vẩy nhôm để hàn vẩy nhôm và hợp kim nhôm

Ký hiệu vẩy hàn	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Nhiệt độ chảy (°C)	Ký hiệu vẩy hàn	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Nhiệt độ chảy (°C)
П590A	2,89	590	34-1	3,33	525
П575A	3,08	575	ПА-124	-	550
П550A	3,41	550	B-62	3,80	500

V. HÀN ĐIỆN TIẾP XÚC

1. Khái niệm chung

Hàn điện tiếp xúc là một phương pháp công nghệ tạo nên liên kết nối không thể tháo rời do kết quả nung nóng kim loại khi dòng điện chạy qua chỗ tiếp xúc nối và sự biến dạng dẻo của vùng được nung nóng dưới tác dụng của lực ép. Hàn điện tiếp xúc bao gồm một nhóm các phương pháp khác nhau (hình 3.50) nhưng đều có đặc điểm chung là: cho liên kết bền vững; khả năng cơ khí hóa, tự động hóa cao; có năng suất cao và là những phương pháp có điều kiện sản xuất tốt.



Hình 3.50. Hàn điện tiếp xúc: a) Hàn giáp mối đối đầu; b) Hàn giáp mối ống (cao tần); c) Hàn điểm; d) Hàn đường.
 1- chi tiết hàn; 2,3- cực hàn; 4- nguồn thứ cấp; 5- con lăn hàn; 6- nguồn cao tần;
 7- mối hàn; F- lực ép; I- dòng điện hàn; S- sự dịch chuyển của chi tiết.

Hàn điện tiếp xúc được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp. Theo thống kê, hàn điện tiếp xúc chiếm 30% tổng số các kết cấu và chi tiết hàn.

2. Nguồn nhiệt hàn và thiết bị hàn

Sự nung nóng chi tiết hàn trong hàn điện tiếp xúc được thực hiện bởi nguồn nhiệt do dòng điện chạy qua bề mặt tiếp xúc của chi tiết hàn trong một thời gian ngắn.

Lượng nhiệt Q sinh ra trên phần kim loại giữa hai điện cực trong thời gian t_h được xác định theo định luật Jun-Lenxơ:

$$Q = \int_0^{t_h} I^2 R dt$$

Điện trở toàn phần được xác định theo sơ đồ hình 3.51:

(43)

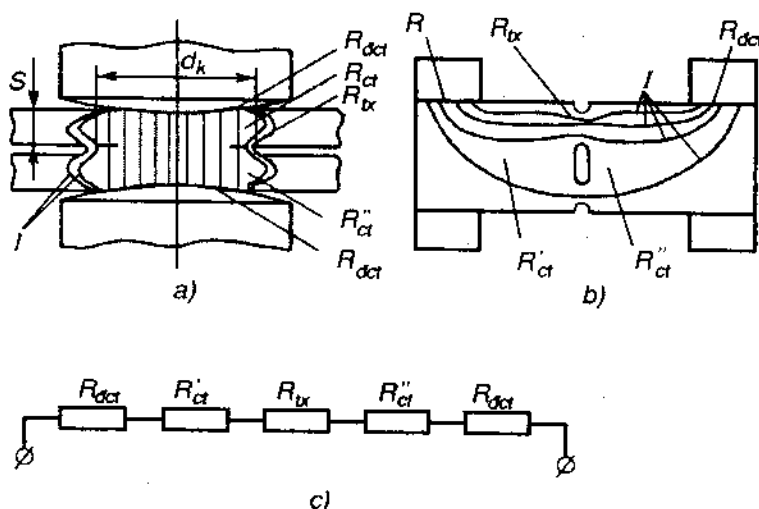
$$R = R_{tx} + 2R_{dct} + R'_{ct} + R''_{ct} \quad (43)$$

trong đó: R_{tx} - điện trở tiếp xúc của chi tiết với chi tiết.

R_{dct} - điện trở tiếp xúc giữa điện cực và chi tiết.

R'_{ct} ; R''_{ct} - điện trở riêng của các chi tiết hàn.

Khi hàn các chi tiết dày bằng nhau (hoặc tiết diện bằng nhau) thì $R'_{ct} = R''_{ct} = R_{ct}$.



Hình 3.51. Điện trở điện tiếp xúc khi hàn điểm (a); hàn giáp mối (b); sơ đồ hời điện trở (c)
I- dòng điện hàn; S- chiều dày tấm hàn; d_k - đường kính điện cực.

Điện trở R_{tx} và R_{dct} phụ thuộc vào điện trở tiếp xúc giữa chúng và số lượng điểm tiếp xúc, chúng được xác định bằng trạng thái bề mặt tiếp xúc và giá trị lực ép. Ví dụ, điện trở R khi ép 2 tấm bằng thép cacbon thấp có chiều dày (3+3) mm với lực ép 200 kG khi hàn điểm và bề mặt hàn được làm sạch thì điện trở trên điểm ép là $100 \mu K\Omega$; khi bề mặt được gia công bằng cắt gọt thì $R \approx 1200 \mu K\Omega$; khi bề mặt bẩn có vảy ôxyt thì $R = 80.000 \mu K\Omega$.

Giá trị Q cũng có thể tính gần đúng theo điều kiện trạng thái nhiệt của vật liệu:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Ở đây Q_1 , Q_2 , Q_3 lần lượt là lượng nhiệt cần thiết để làm kim loại chảy; nhiệt lượng nung nóng ở vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn và nhiệt nung nóng điện cực hàn.

Từ Q ta có thể xác định được dòng hàn theo công thức:

$$I = \sqrt{\frac{Q}{0,24kR_{ctc}t_h}} \quad [A]$$

Ở đây: R_{ctc} - điện trở của chi tiết ở giai đoạn cuối quá trình nung nóng, Ω .

k - hệ số kể đến sự thay đổi điện trở trong quá trình hàn.

t_h - thời gian hàn (s).

3. Một số thiết bị hàn điện tiếp xúc điển hình

• Máy hàn điểm SLP 35A5

Máy hàn điểm SLP 35A5 của Nhật Bản là loại máy hàn hiện đang được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam, đặc biệt là trong các nhà máy sản xuất xe gắn máy như Công ty Honda, Yamaha, Goshi Thăng Long, GMN, ...

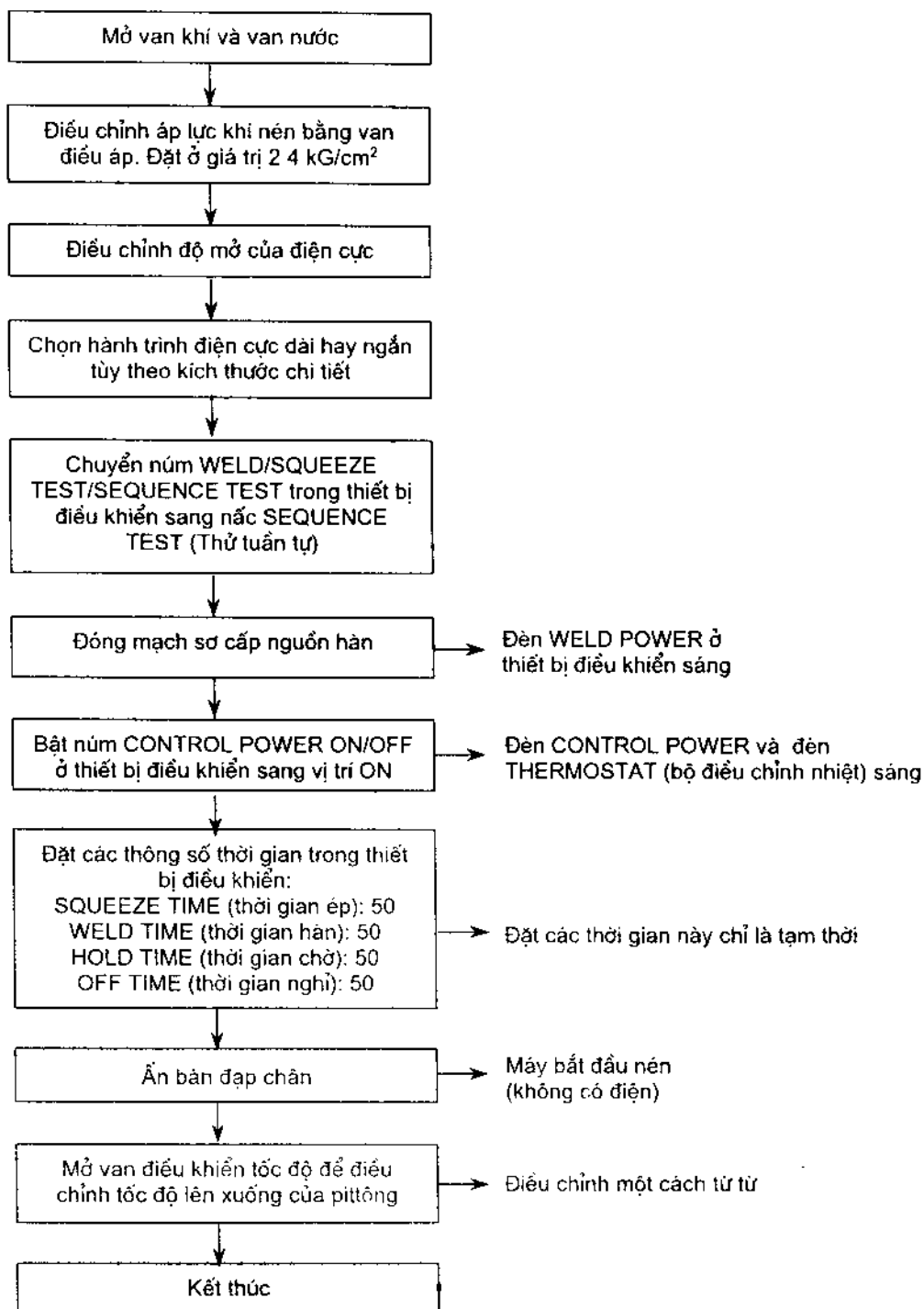
Máy hàn điểm SLP 35A5 có cơ cấu tạo lực ép dùng pittông - xilanh khí nén. Khí nén từ máy nén khí qua ống dẫn đến van ngắt khí, rồi đến bộ phận lọc khí nhằm loại bỏ hơi nước và bụi; sau đó khí đến van điều áp rồi đi vào bộ phận phân phối khí bao gồm các van khí điện từ được điều khiển tự động để nâng hạ điện cực.

Thông số kỹ thuật của máy SLP 35A5

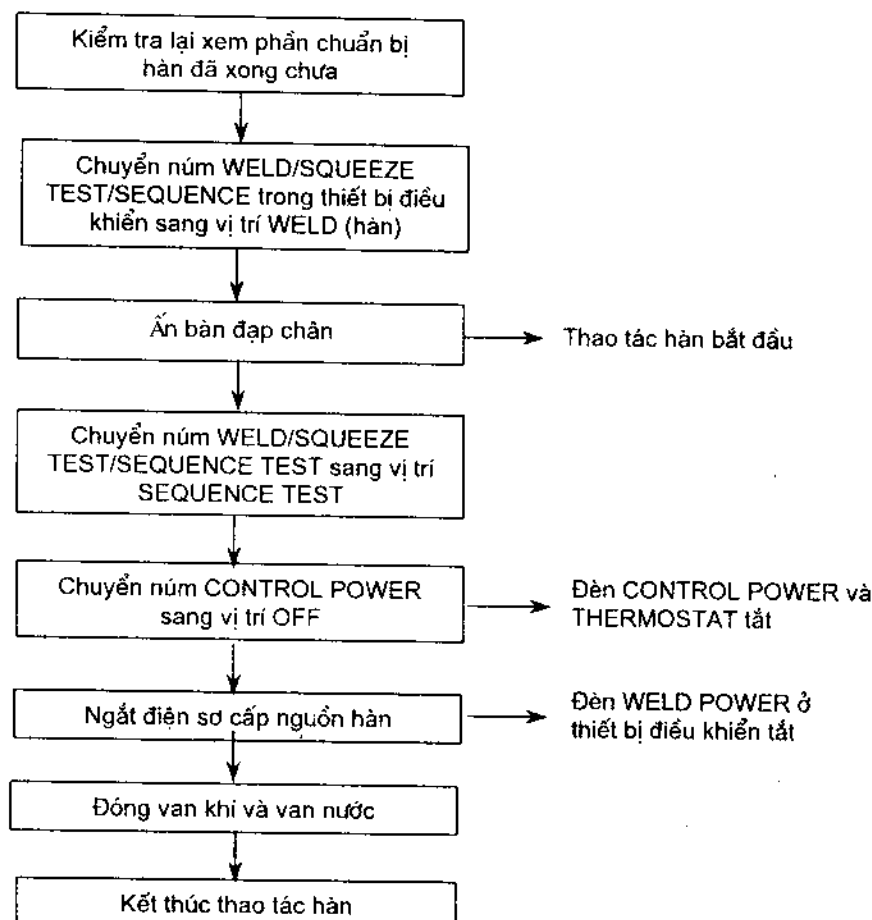
- Điện áp sử dụng: 1 pha , 380V
- Công suất danh định: 35kVA
- Công suất hàn tối đa: 80 kVA
- Dòng ngắn mạch tối đa: 17.000 A
- Áp lực hàn tối đa: 4900 N
- Chu kỳ làm việc định mức: 9,45%
- Lưu lượng nước làm mát: 5 lít/phút
- Khối lượng máy: 230 kg.

Sau đây là trình tự thao tác khi sử dụng máy hàn điểm SLP 35A5:

1. Chuẩn bị hàn



2. Thao tác hàn



Điện cực hàn và chế độ hàn được thể hiện trong các bảng 3.79÷3.82.

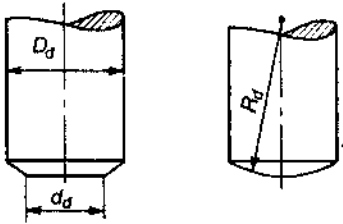
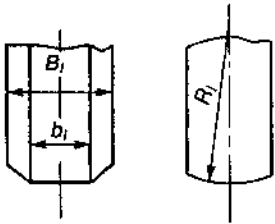
Bảng 3.79. Chế độ hàn tiếp xúc điểm và hàn tiếp xúc đường thép không gỉ (Dòng điện xoay chiều một pha)

Chiều dày chi tiết, mm	Hàn điểm			Hàn đường			
	Dòng điện hàn I_h , kA	Thời gian hàn t_h , s	Lực ép F_e , kN	Dòng điện hàn I_h , kA	Thời gian hàn t_h , s	Tốc độ hàn V_h , m/ph	Lực ép F_e , kN
0,5÷0,5	4-5	0,08-0,12	2,5-3,0	5,0-6,0	0,10-0,12	0,9-1,0	2,0-2,5
0,8÷0,8	4,5-5	0,12-0,16	3,0-4,0	5,0-6,0	0,12-0,14	0,8-0,9	3,0-4,0
1,0÷1,0	5-5,5	0,14-0,18	3,5-5,0	6,0-6,5	0,12-0,14	0,7-0,8	3,0-4,0
1,2÷1,2	6-7	0,16-0,20	4,5-6,0	7,0-8,0	0,14-0,16	0,7-0,8	4,0-4,5
1,5÷1,5	7-8	0,20-0,24	5,0-7,0	8,0-9,0	0,18-0,20	0,6-0,7	4,5-5,5
2,0÷2,0	8-9	0,24-0,30	8,0-9,5	9,0-10	0,20-0,22	0,5-0,6	5,5-6,5
3,0÷3,0	10-11	0,30-0,34	10-11	11-12,5	0,28-0,30	0,3-0,4	9,0-11

Bảng 3.80. Chế độ hàn tiếp xúc điểm và hàn tiếp xúc đường thép cacbon thấp
(Dòng điện xoay chiều 1 pha)

Chiều dày chi tiết, mm	Hàn điểm			Hàn đường			
	Dòng điện hàn I_h , kA	Thời gian hàn t_h , s	Lực ép $F_{\text{ép}}$, kN	Dòng điện hàn I_h , kA	Thời gian hàn t_h , s	Tốc độ hàn V_h , m/ph	Lực ép $F_{\text{ép}}$, kN
0,5+0,5	6-7	0,08-0,1	1,2-1,8	7-8	0,02-0,04	1-1,2	1,5-2
0,8+0,8	7-8,5	0,1-0,14	2,0-2,8	8,5-10	0,04-0,06	0,9-1	2-3
1,0+1,0	8,5-9,5	0,12-0,16	2,5-3,0	10,5-12	0,06-0,08	0,8-0,9	3-4
1,2+1,2	9,5-10,5	0,12-0,2	3,0-4,0	12-13	0,08-0,10	0,7-0,8	4-5
1,5+1,5	11-12	0,16-0,24	4,0-5,0	13-14,5	0,12-0,14	0,6-0,7	5-6
2,0+2,0	12-13	0,2-0,32	6,0-7,0	15,5-17	0,16-0,18	0,5-0,6	7-8
3,0+3,0	14-15	0,3-0,48	9,0-10	18-20	0,24-0,32	0,4-0,5	9-10
4,0+4,0	18-19	0,7-0,9	13-15				

Bảng 3.81. Các kích thước của điện cực và con lăn dùng cho hàn tiếp xúc

Chiều dày chi tiết, mm ($S = S_1$)	Điện cực			Con lăn		
						
	D_d , mm	d_d , mm	R_d , mm	B_l , mm	b_l , mm	R_l , mm
0,5 + 0,5	12	4	25-50	8	4	25-50
0,8 + 0,8	12	5	50-75	10	5	50-75
1,0 + 1,0	12	5	75-100	10	5	75-100
1,2 + 1,2	16	6	75-100	12	6	75-100
1,5 + 1,5	16	7	100-150	12	7	100-150
2,0 + 2,0	20	8	100-150	15	8	100-150
3,0 + 3,0	25	10	150-200	20	10	150-200
4,0 + 4,4	25	12	200-250	24	11	200-250

Ghi chú: Khi hàn hợp kim nhôm nhóm D_d tăng 25%, B_l tăng 25 ÷ 50%, R_d và R_l chọn giá trị giới hạn trên.

**Bảng 3.82. Chế độ hàn tiếp xúc điểm và hàn tiếp xúc đường hợp kim nhôm
(Dòng điện một chiều chỉnh lưu)**

Chiều dày chi tiết, mm	Hàn điểm			Hàn đường			
	Dòng điện hàn I_h , kA	Thời gian hàn t_h , s	Lực ép $F_{\text{ép}}$, kN	Dòng điện hàn I_h , kA	Thời gian hàn t_h , s	Tốc độ hàn V_h , m/ph	Lực ép $F_{\text{ép}}$, kN
0,5 + 0,5	30	0,02	2	29	0,06	200	3
0,8+0,8	32	0,04	3	32	0,10	150	4
1,0+1,0	40	0,04	4	36	0,12	150	5
1,2+1,2	43	0,06	4,5	38	0,14	120	6
1,5+1,5	47	0,06	5	41	0,16	120	7
2,0+2,0	56	0,08	8	48	0,18	100	10
3,0+3,0	70	0,14	13	61	0,24	70	15
4,0+4,0	85	0,20	18				

VI. HÀN CÁC CHI TIẾT MÁY

1. Các dạng liên kết hàn trong chi tiết máy

Số lượng các chi tiết ngày càng nhiều; tính đa dạng của chúng cũng càng tăng. Phương hướng tạo ra các kết cấu chi tiết máy có độ bền cao, gọn nhẹ, tiết kiệm kim loại hiếm và đạt chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cao ngày càng được các ngành khoa học kỹ thuật quan tâm.

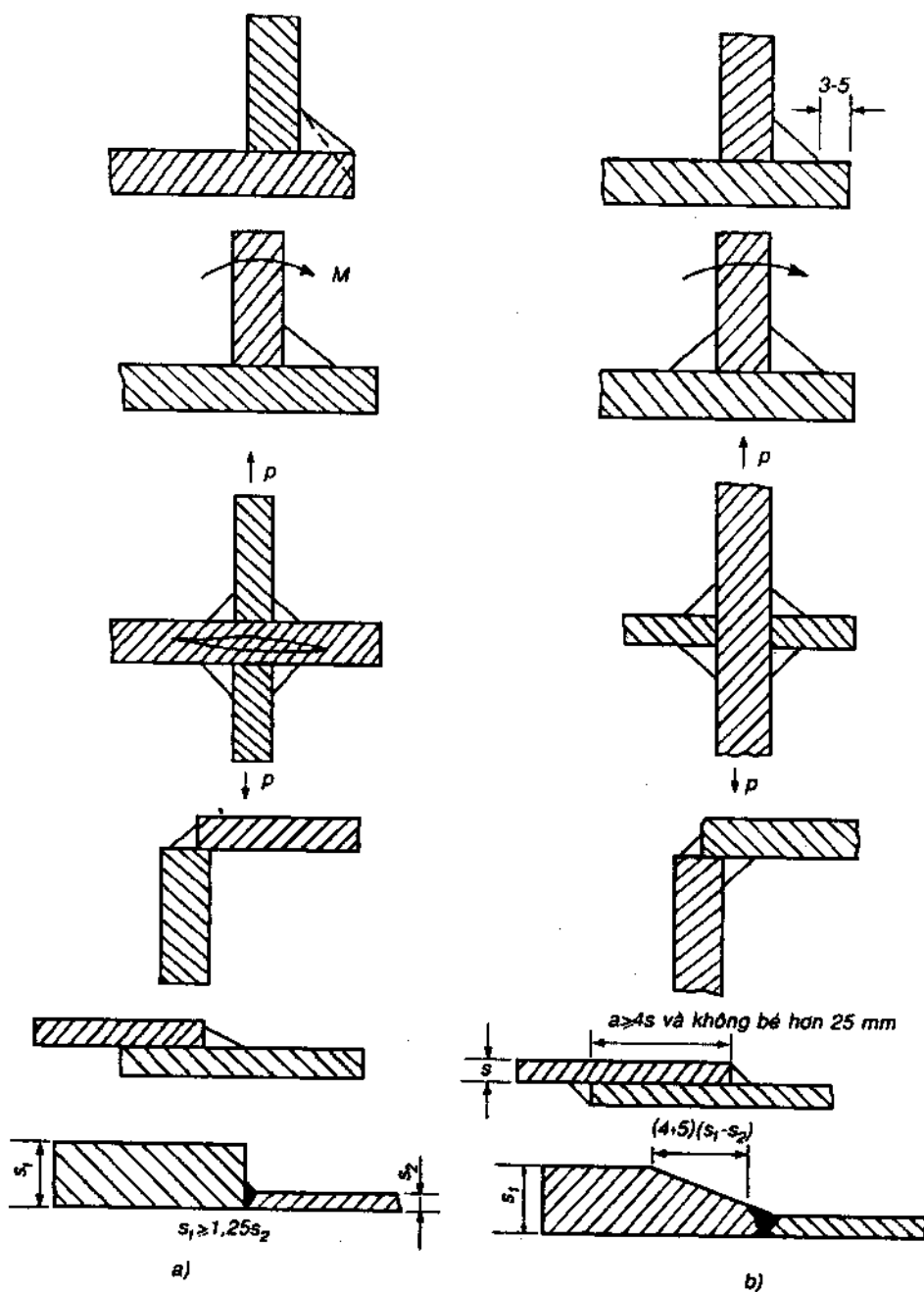
Công nghệ hàn các kết cấu chi tiết máy là một phương hướng để đi đến các mục tiêu đó.

Nhìn chung các chi tiết máy hiện nay được cấu tạo từ các dạng liên kết sau đây.

1.1. Các liên kết thông thường

Loại này thường là các liên kết chữ T, liên kết chữ thập, liên kết chồng, liên kết giáp mối, v.v.

Đối với các liên kết này, thông thường các mối hàn được chọn theo tiêu chuẩn. Tuy nhiên trong nhiều trường hợp do đặc điểm riêng của kết cấu nên khi thiết kế phải có sự lựa chọn. Khi đó cần chú ý đến khả năng chịu tải và tính công nghệ hàn. Hình 3.52a biểu thị liên kết không hợp lý và hợp lý về khả năng chịu lực và tính công nghệ hàn.

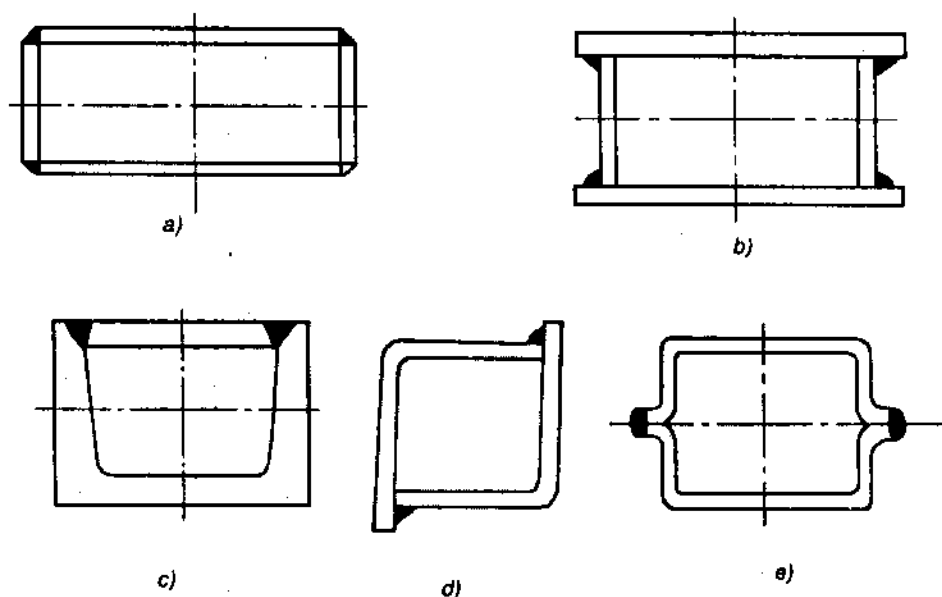


Hình 3.52. Các liên kết hàn: a) các liên kết chưa hợp lý; b) các liên kết hợp lý.

1.2. Các liên kết dạng hộp

Dạng liên kết này cũng được dùng nhiều trong các kết cấu hàn và các chi tiết hàn. Chúng có độ cứng vững khá cao mà trọng lượng lại nhỏ.

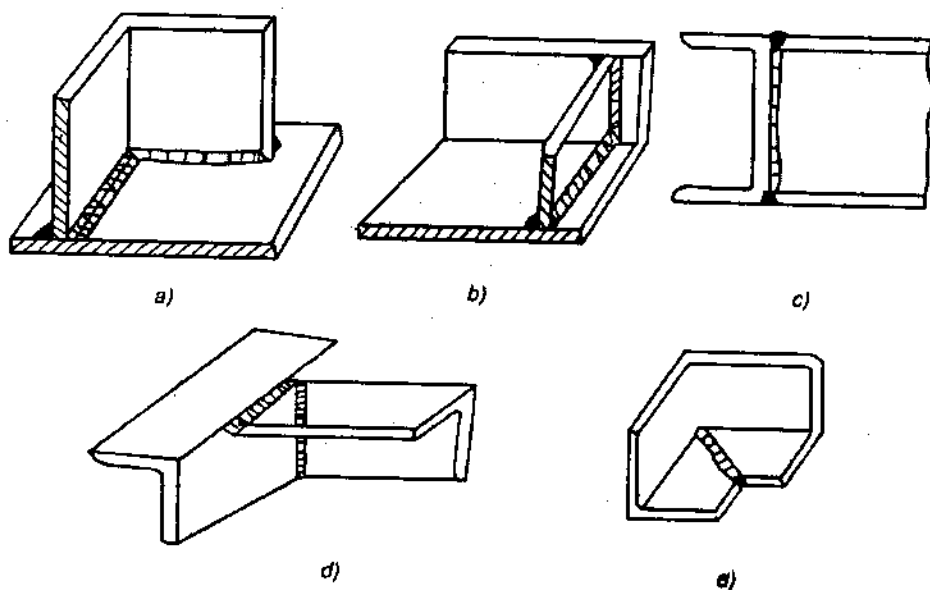
Hình 3.53 là các dạng liên kết hộp thường dùng. Dạng *a*, *b*, dùng với tải trọng uốn nhỏ, dạng *c* tốt nhất và thích hợp với công nghệ hàn. Để giảm bớt trọng lượng của liên kết có thể dùng liên kết *d*, *e*.



Hình 3.53. Các liên kết dạng hộp.

1.3. Các liên kết dạng góc hộp

Phổ biến trong các liên kết dạng góc hộp là các đồ gá lắp gia công, khung máy, v.v. Để đảm bảo tính công nghệ hàn, khả năng chịu lực và giảm khối lượng, các phương pháp thông dụng khi thiết kế các liên kết này là sử dụng các thành phẳng từ thép tấm hoặc dùng các vật liệu định hình (hình 3.54). Tuy nhiên đối với liên kết này, người ta hạn chế tổng số các mối hàn chịu uốn.



Hình 3.54. a, b) liên kết từ vật liệu thép tấm; c, d, e) liên kết từ thép hình.

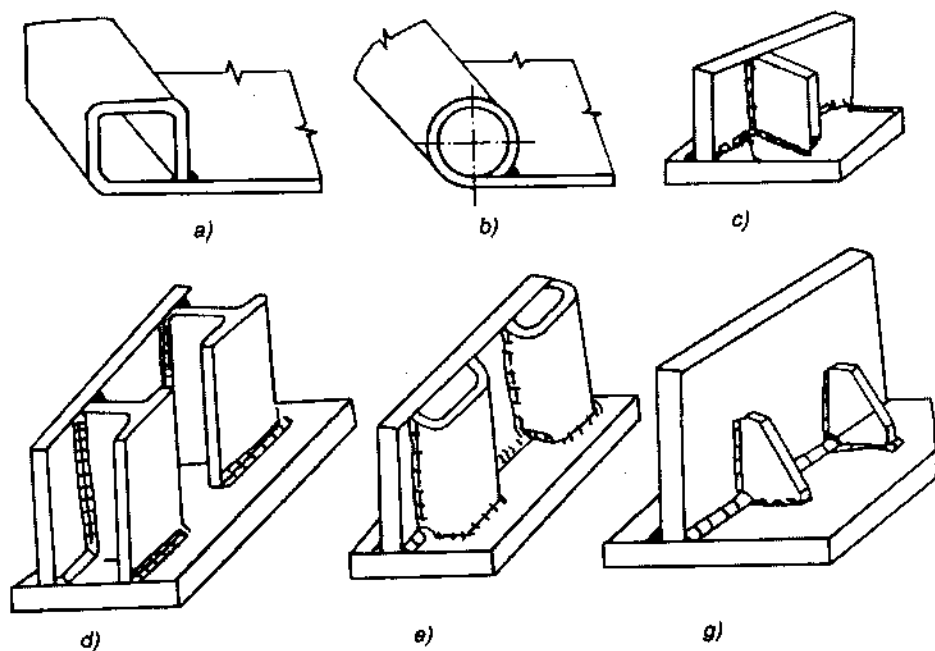
1.4. Các liên kết gân cứng vững

Để tăng độ cứng vững của các kết cấu chi tiết máy, người ta còn dùng các gân hàn. Tùy theo đặc điểm của kết cấu, mức độ chịu lực, đặc điểm vật liệu, v.v. mà có các hình thức liên kết gân cứng vững khác nhau.

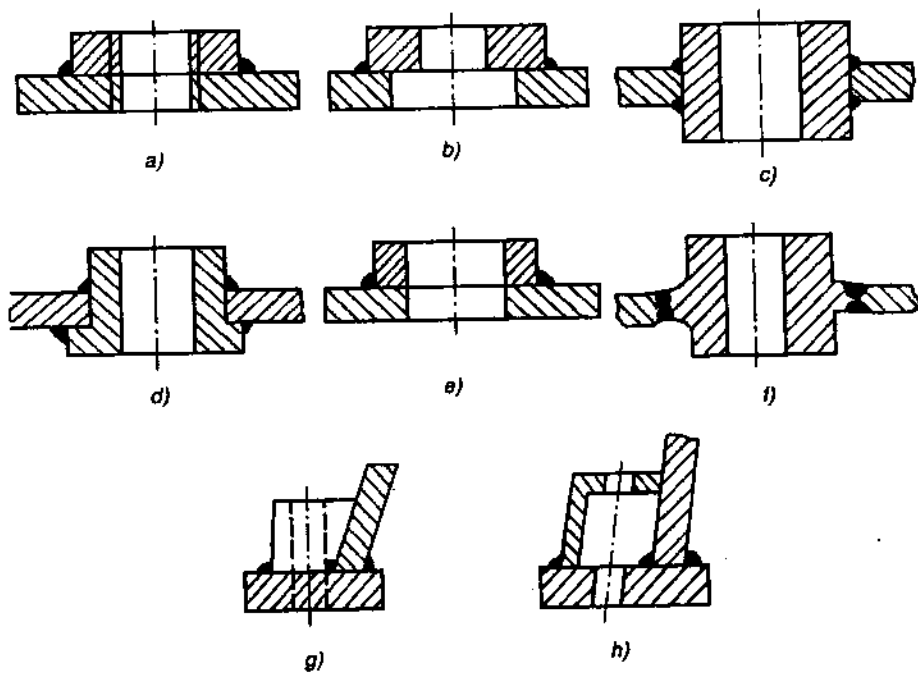
Hình 3.55 là một dạng liên kết gân. Trường hợp với các thành biên mỏng, để giảm bớt khối lượng kết cấu cũng như đơn giản công nghệ, phải hàn các gân dày trên thành mỏng, thường người ta tạo gân ngay trên tấm biên đó (hình 3.55a, b).

Đối các chi tiết có thành rộng lớn từ các thép tấm, người ta có thể sử dụng các liên kết cứng vững từ thép định hình, hình 3.55c, d, e.

Đối với các chi tiết máy, đặc biệt các thân gá lắp dùng gia công thì liên kết gân thường chỉ tăng cường ở các góc (hình 3.55g).



Hình 3.55. Các liên kết gán cứng vững



Hình 3.56. Các dạng liên kết hàn tạo lỗ.

1.5. Các liên kết tạo lỗ

Trong kết cấu máy thường có các lỗ làm việc: có thể là các lỗ ổ trục, các lỗ bắt vít, các lỗ bắt bulông nền; lỗ đồ gá dùng để kẹp chặt, v.v.

Thực hiện các lỗ này bằng kết cấu hàn là rất thích hợp, đem lại hiệu quả kinh tế kỹ thuật cao.

Hình 3.56a cho phép tăng chiều dài phần ren cho các lỗ có chiều sâu nhỏ, ngược lại hình 3.56b cho phép tạo các lỗ bậc rất đơn giản. Hình 3.56 c, d, e là các dạng kết cấu ổ trục khác nhau tùy thuộc vào đặc tính chịu tải và dạng máy ổ trục.

Để bắt bulông lên nền hoặc bulông bắt đồ gá lắp, người ta thường dùng các liên kết hàn như hình 3.56 g, h.

1.6. Các liên kết hoàn thiện ống

Ống dẫn được sử dụng nhiều trong các thiết bị của ngành hóa chất, giao thông, chế tạo máy, v.v. Do tính chất phức tạp của kết cấu, nên các dạng ống thẳng không thể đáp ứng yêu cầu kỹ thuật cũng như công nghệ của thiết bị. Bởi vậy các liên kết bằng hàn là một biện pháp kỹ thuật đạt được hiệu quả kinh tế kỹ thuật của các kết cấu dạng này.

Hình 3.57 là dạng liên kết hàn nhằm hoàn thiện yêu cầu kỹ thuật của kết cấu ống.

Liên kết kiểu hình 3.57 a, b, c để hoàn thiện các đường ống dài.

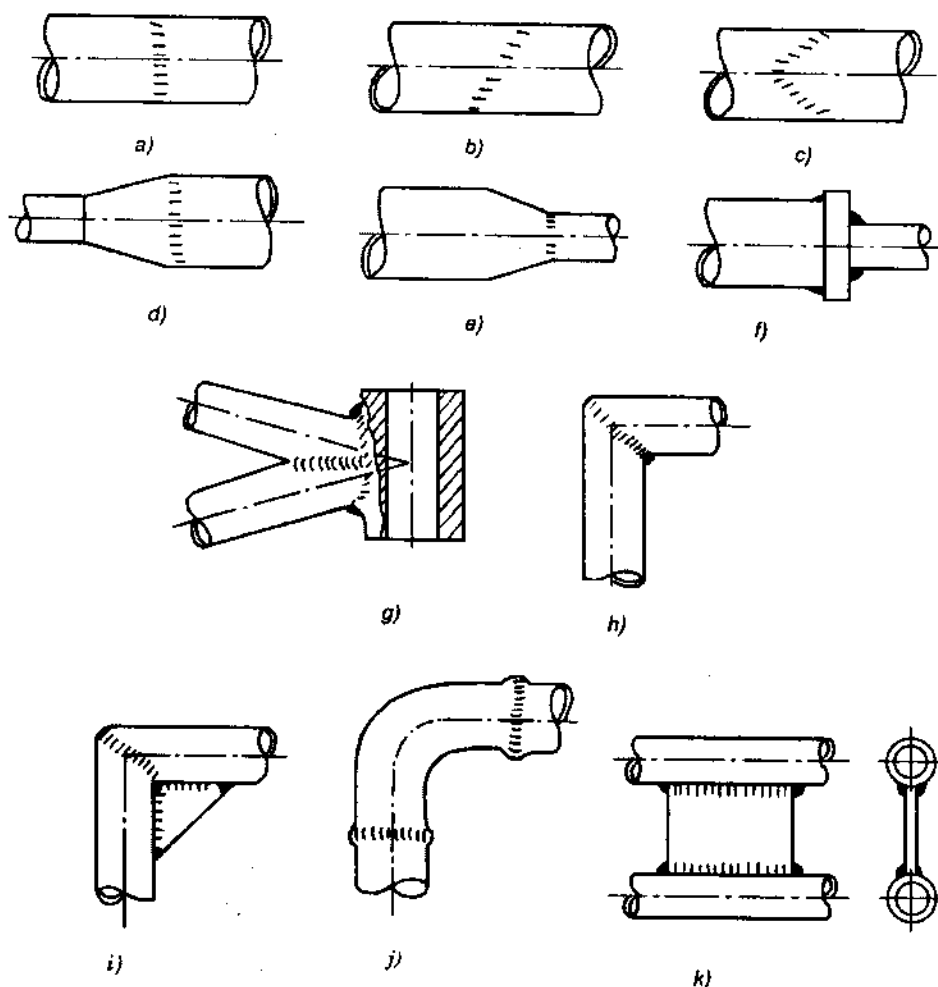
Đối với các đường ống cần thay đổi đường kính có thể dùng các liên kết hình 3.57 d, e, f.

Với các cút nối ống nhiều đầu hoặc cần có sự đổi hướng dòng chảy thì dùng các liên kết hình 3.57 g, h, i, j, k.

2. Tính công nghệ của kết cấu hàn

Hiện nay công nghệ hàn được sử dụng khá nhiều để chế tạo các kết cấu, chi tiết máy. Phần lớn các chi tiết này được hàn từ các phôi thép cán, thép đúc hoặc phôi rèn đập. Điều đó có nghĩa là tạo ra các phần tử đơn giản nhỏ nhờ công nghệ đúc, rèn, v.v. Sau đó hàn chúng thành các chi tiết

máy phức tạp và lớn hơn, ví dụ, các tay biên, bạc đỡ, trục cơ, hộp số, thân máy, van, cánh quạt, v.v...



Hình 3.57. Các liên kết ống.

2.1. Các yêu cầu chung về tính công nghệ hàn của kết cấu

Một kết cấu có tính công nghệ hàn phải có hình dạng sao cho có thể chế tạo bằng phương pháp hàn dễ dàng, sử dụng được tối đa các quá trình công nghệ hàn có năng suất và chất lượng cao.

Về mặt công nghệ khi thiết kế kết cấu hàn cần phải chú ý các mặt sau:

- Chọn loại vật liệu thích hợp sao cho khi hàn không cần có những điều kiện công nghệ riêng phức tạp.

- Về hình dạng của kết cấu cần bố trí sao cho có thể áp dụng các phương pháp hàn tiên tiến như hàn tự động, bán tự động hoặc các phương pháp công nghệ có năng suất cao.

- Các chi tiết, đặc biệt là kết cấu cần có số lượng tối thiểu các phần tử hàn để có số lượng mối hàn là ít nhất, nhằm tiết kiệm kim loại và giảm công chế tạo.

- Các phần tử liên kết cần ít khác nhau về hình dáng và kích thước tiết diện ngang để có số lượng các nguyên công là tối thiểu. Song việc giảm số lượng các chi tiết, các phần tử không được làm giảm khả năng làm việc của kết cấu, không vi phạm nguyên tắc cân bằng độ bền của các phần tử ở mọi tiết diện và sự ổn định tương đương ở các phần tử kết cấu.

- Thiết kế kết cấu chi tiết và lựa chọn các phần tử liên kết hàn sao cho có thể tận dụng nhiều nhất vị trí hàn sắp và sử dụng được các đồ gá vạn năng thông thường.

2.2. Độ bền và độ chính xác của kết cấu hàn

Để đảm bảo độ bền và độ chính xác của chi tiết hàn, khi tính toán không chỉ kiểm tra các kết cấu và chi tiết máy theo điều kiện bền, điều kiện cứng, điều kiện ổn định mà còn phải xét đến đặc điểm và khả năng làm việc của chúng.

Khi chế tạo các kết cấu, chi tiết hàn để đảm bảo kích thước và hình dáng thiết kế, thường gặp nhiều khó khăn vì những sai số tích lũy khi thực hiện hàng loạt các nguyên công trong quá trình sản xuất. Vì vậy cần chú ý các yếu tố sau:

+ Độ chính xác của phôi liệu. Việc giảm yêu cầu chính xác đối với phôi liệu sẽ giảm được một số công trong chuẩn bị, song nó sẽ làm tăng nhiều khó khăn cho việc lắp ráp và hàn, đồng thời giảm độ chính xác yêu cầu kết cấu, chi tiết máy. Vì vậy khi cắt phôi ta phải dựa theo yêu cầu kỹ thuật của bản vẽ chi tiết mà chọn phương pháp chế tạo cho hợp lý để vừa đảm bảo năng suất vừa bảo đảm độ chính xác yêu cầu.

+ Công việc gá lắp trước khi hàn cũng ảnh hưởng nhiều đến độ chính xác của kết cấu. Nên cố gắng sử dụng các đồ gá để vừa đảm bảo năng suất vừa đảm bảo đúng hình dáng và chính xác về kích thước; đồng thời hạn chế mức độ biến dạng khi hàn.

Các chi tiết máy thường cần có độ chính xác gia công cao; nhưng sau một thời gian sử dụng trị số của ứng suất dư trong kết cấu hàn thay đổi, vì thế ở kết cấu sẽ phát sinh biến dạng do ứng suất.

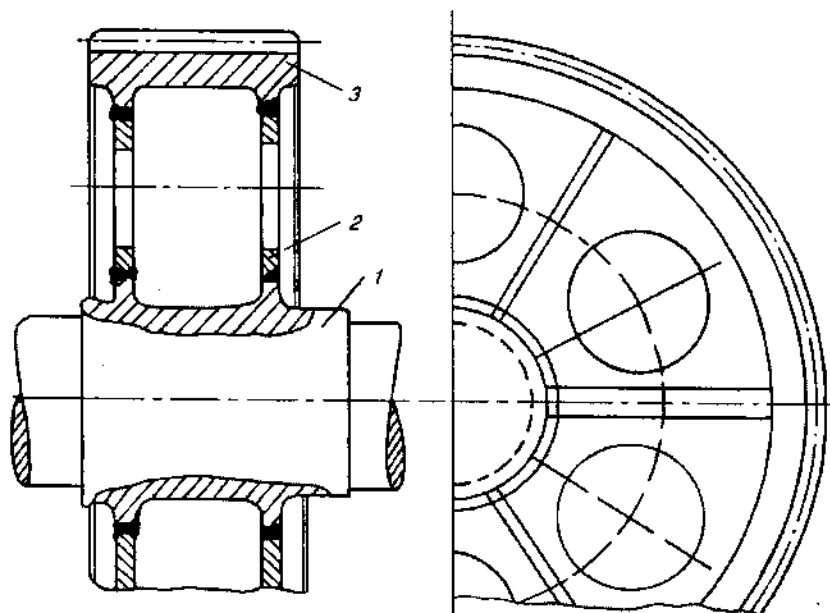
3. Hàn các chi tiết máy

Để tiết kiệm vật liệu quý (các hợp kim quý), giảm bớt trọng lượng của kết cấu chi tiết và giảm bớt chi phí chế tạo sản phẩm, người ta sử dụng phương pháp hàn để chế tạo các chi tiết máy, do đó đem lại hiệu quả kinh tế và kỹ thuật cao.

Sau đây chúng tôi giới thiệu một số chi tiết chế tạo bằng công nghệ hàn.

3.1. Hàn bánh răng

Theo kết cấu có rất nhiều loại bánh răng khác nhau, nói chung chúng có cấu tạo gồm: vành răng, mayơ và các phần tử liên kết vành răng và mayơ (các phần tử liên kết có thể là nan hoa hay đĩa, hình 3.58).



Hình 3.58. Kết cấu bánh răng hàn: 1. mayơ; 2. đĩa liên kết; 3. vành răng.

Khi tính toán các bánh răng hàn người ta thường dùng phương pháp tính gần đúng và một số giả thuyết đơn giản.

a) *Tính toán bánh răng được chế tạo bằng kết cấu hàn (hình 3.59).*

Khi tính toán bánh răng này cần xuất phát từ thành phần lực tiếp tuyến T trên răng ăn khớp tương ứng với bán kính ăn khớp R .

Lực này chính là lực gây ra mômen xoắn:

$$M_x = T \cdot R$$

Ở đây mỗi hàn liên kết giữa mayơ và vành răng bằng liên kết đĩa với mỗi hàn vát mép.

Ta giả thuyết là ứng suất phân bố đều trên toàn bộ chiều dài mỗi hàn. Nếu cắt ra một phần tử dài 1 cm thì ở trường hợp vát mép nội lực mỗi hàn (hình 3.59b) sinh ra mômen là: $m = 1 \cdot S \cdot r \cdot \tau_c$.

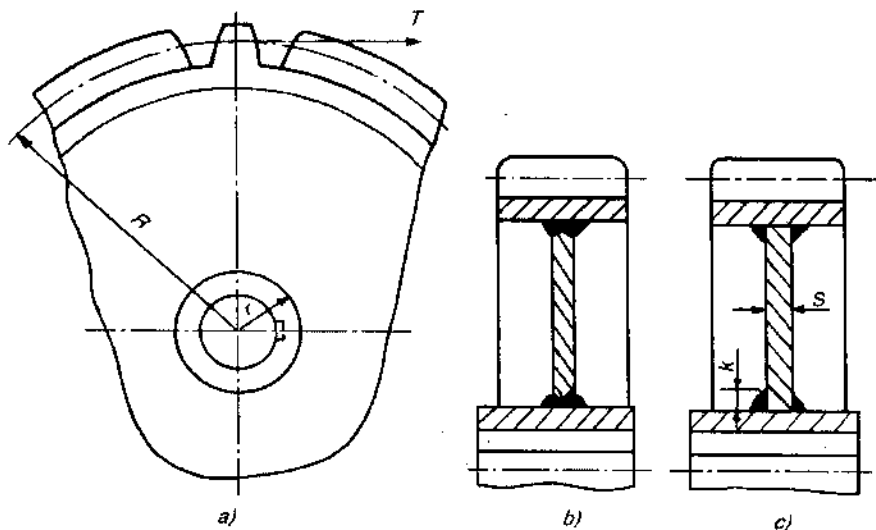
Mômen toàn phần: $M = m 2\pi r = 2\pi r^2 \cdot S \cdot \tau_c$.

Do đó:
$$\tau_c = \frac{M}{2\pi r^2 S}$$

Tương tự cho trường hợp hàn góc hai phía (hình 3.59c):

$$\tau_c = \frac{M}{4\pi r^2 0,7k}$$

Trong đó: S - chiều dày của đĩa liên kết; k - cạnh mỗi hàn góc.



Hình 3.59. Tính toán bánh răng với liên kết hàn dạng đĩa.

Ví dụ

Thành phần lực tác dụng vào răng $T = 12000 \text{ N}$; $R = 380 \text{ mm}$; $r = 75 \text{ mm}$. Cần xác định ứng suất trong mối hàn của đĩa liên kết máy; chiều dày đĩa $S = 12 \text{ mm}$.

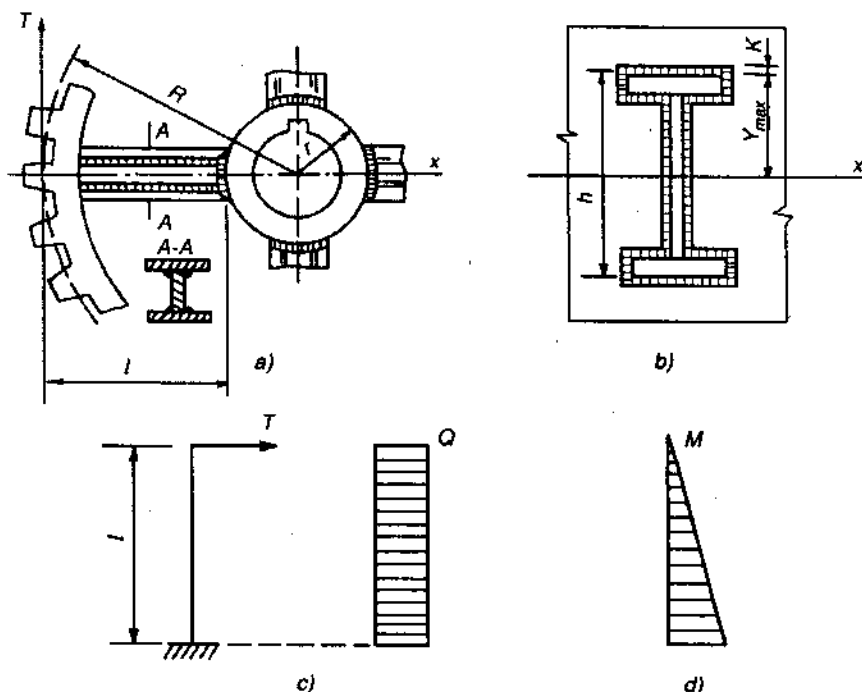
Giải

Ta có: $M = T \cdot R = 12000 \times 38 = 456000 \text{ Ncm}$.

Nếu mối hàn với máy là mối hàn góc hai phía có $k = 8 \text{ mm}$ thì ứng suất cắt bằng:

$$\tau_c = \frac{456000}{4\pi 7,5^2 \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 0,8} = 1152,5 \text{ N/cm}^2$$

b) Đối với các bánh răng mà các phần tử liên kết không phải đĩa mà là các nan hoa (hình 3.60) thì quá trình tính toán sẽ như sau.



Hình 3.60. Tính toán bánh răng hàn với liên kết là nan hoa.

Ở đây ta thấy rằng lực tác dụng tiếp tuyến T tác dụng lên răng cũng là lực tác dụng lên nan hoa hoặc trục bánh răng.

Vì vậy khi giả thuyết số nan hoa $n_n < 4$ thì lực tiếp tuyến T coi như đặt cả vào một nan hoa. Nan hoa làm việc như một dầm côngxôn bị ngàm một đầu. Lực T sẽ gây ra trong nan hoa một lực ngang $Q = T$ và mômen uốn M_u . Tại vị trí ngàm $M_u = T.l = T(R-r)$ như trên hình 3.60c.

Mỗi hàn có cạnh là K nối biên và vách của nan hoa được kiểm tra theo công thức sau:

$$\tau = \frac{Q.S}{J.z, 0,7K}$$

trong đó:

S - mômen tĩnh của biên nan hoa đối với trọng tâm của tiết diện.

J - mômen quán tính tiết diện ngang nan hoa lấy đối với trục $x - x$.

Tại vị trí liên kết nan hoa với máy ơ ứng suất tiếp do mômen M gây ra sẽ là:

$$\tau_M = \frac{M_n}{J_h} (y_{\max} + K)$$

trong đó J_h - mômen quán tính của tiết diện mỗi hàn lấy đối với trục $x - x$.

Ứng suất do lực ngang Q gây ra thường chỉ tính gần đúng theo công thức:

$$\tau = \frac{Q}{F_h}$$

Ở đây: F_h - diện tích mỗi hàn góc liên kết vách của nan hoa với máy ơ.

Thông thường τ rất bé, có thể bỏ qua.

Nếu số lượng nan hoa $n_n > 4$ thì mômen uốn và lực ngang được xác định theo công thức sau:

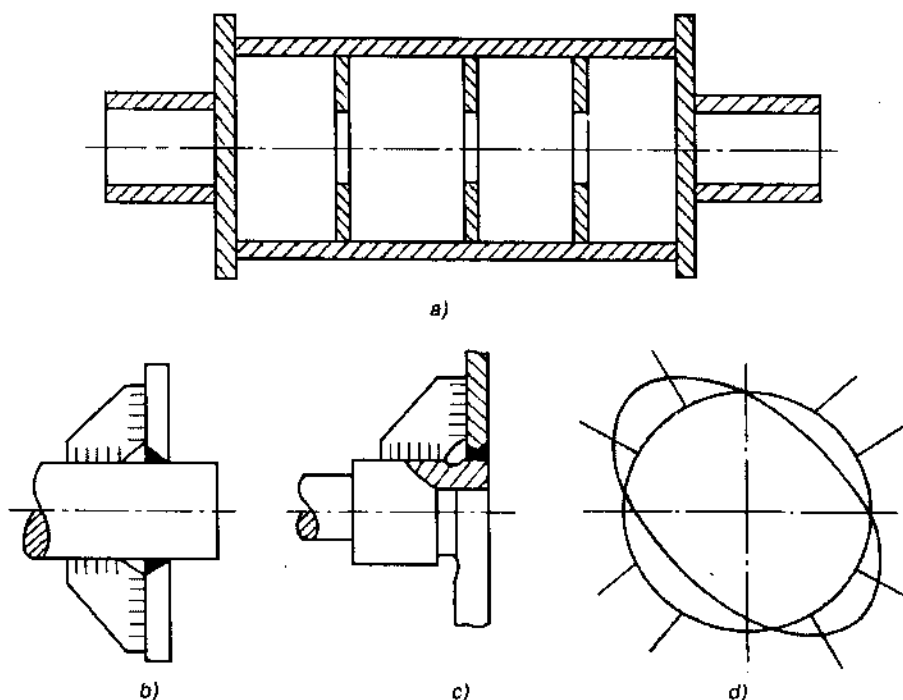
$$M_u = \frac{4T(R-r)}{n_n} ; \quad q = \frac{4T}{n_n}$$

3.2. Hàn tang quay

Phần lớn các tang quay được chế tạo bằng phương pháp hàn từ thép tấm hoặc thép cán định hình. Các loại tang nhỏ có thể chế tạo bằng công

nghe đúc. Trên bề mặt các tang quay thường được gia công tiện và tạo các rãnh, vì vậy chiều dày các áo tang phải đủ lớn. Khi tang làm việc thường chịu lực nén và nếu ứng suất gây ra vượt quá giới hạn cho phép thì tang bị biến dạng như trên hình 3.61d.

Thường công nghệ hàn vỏ áo tang, các ngỗng trục tang như trên hình 3.61 a, b, c.



Hình 3.61. Cấu tạo tang quay a, b, c và sự biến dạng do mất ổn định (d)

Đối với các tang lớn khi làm việc thường chịu tải trọng nén, uốn và xoắn. Xét trường hợp tang làm việc có cáp (hình 3.62).

Lực tác dụng lên vỏ áo tang N sẽ cân bằng với lực tác dụng vào cáp P .

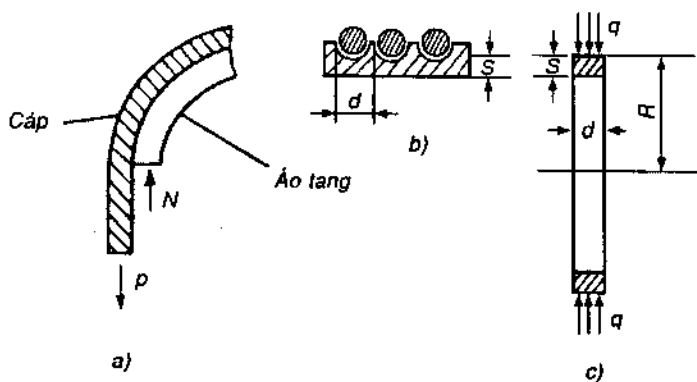
Ứng suất nén tác dụng lên áo tang là:

$$\sigma = \frac{P}{d.S}$$

Trong đó: d - chiều dài bước của các rãnh (hình 3.62b).

S- chiều dày của thành áo tang.

Với giả thiết vỏ áo tang không có thành vách đầu, tang bị nén bởi áp lực phân bố đều theo chu vi của nó (hình 3.62c).



Hình 3.62. Sơ đồ chịu tải và phân bố lực của tang.

Theo lý thuyết đàn hồi, thì sự mất ổn định sẽ xảy ra khi:

$$q_k = \frac{3.E.J}{R^3}$$

trong đó: E- mômen đàn hồi của vật liệu.

J - mômen quán tính của tiết diện áo.

R - bán kính của áo tang.

Nếu có $J = \frac{dS^3}{12}$

thì
$$q_k = \frac{Ed}{4} \left(\frac{S}{R} \right)^3 \quad (1)$$

Mặt khác vì trong vỏ áo tải trọng q phân bố đều nên

$$N = P = q \cdot R$$

do đó
$$q_k = \frac{P}{R} = \frac{Ed}{4} \left(\frac{S}{R} \right)^3$$

$$P_k = \frac{Ed.R}{4} \left(\frac{S}{R} \right)^3$$

Nếu lấy hệ số an toàn cho việc bảo đảm sự mất ổn định của áo tang $n = 2$ thì lực cho phép tác dụng lên áo là:

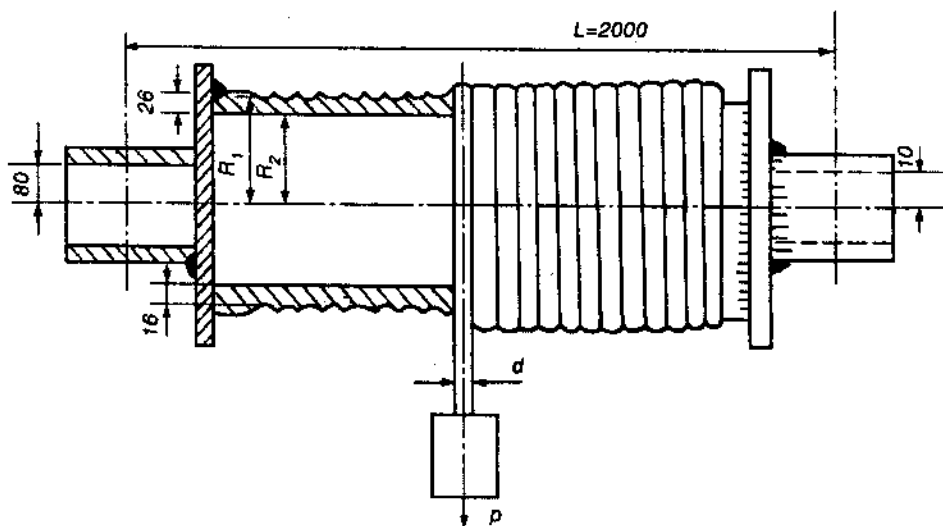
$$[P] = \frac{Ed.R}{8} \left(\frac{S}{R} \right)^3 \quad (2)$$

Trong thực tế các áo tang có thành mặt đầu cho nên tải trọng cho phép tính theo công thức trên sẽ có hệ số an toàn hơn 2 lần.

Ví dụ.

Tang có đường kính $R = 300mm$, đường kính cáp $d=20mm$, tải trọng $P = 2000 \text{ kG}$; $E = 2.10^6 \text{ kG/cm}^2$.

Cần phải xác định chiều dày thành tang cần thiết để bảo đảm điều kiện ổn định. Dạng tang cho trên hình 3.63.



Hình 3.63. Hình dáng tang để tính toán.

Giải

Từ công thức (2) ta nhận được:

$$\frac{R}{S} = \sqrt[3]{\frac{Ed.R}{8P}} = \sqrt[3]{\frac{2.10^6.2.30}{8.2000}} = 19,6$$

từ đó:
$$S = \frac{30}{19,6} = 1,6 \text{ cm} = 16 \text{ mm}$$

Ứng suất nén vào vỏ $\sigma_n = \frac{P}{d.S} = \frac{2000}{2.1,6} = 625 \text{ kG/cm}^2$

Nếu như chiều sâu của các rãnh cho cáp là 10 mm thì chiều dày của thành áo là $S = 16 + 10 = 26 \text{ mm}$.

Xem xét sự ổn định áo với tác động uốn và xoắn:

+ Mômen uốn tại giữa tang: $M_u = \frac{P.L}{4}$

Trong đó L - khoảng cách tâm của hai gối đỡ tang (hình 3.63).

Ứng suất uốn $\sigma_u = \frac{M_u}{W_u}$

trong đó: $W_u = \frac{J}{R_1}$ và R_1 - bán kính ngoài của tang (hình 3.63).

Giá trị mômen xoắn phụ thuộc vào cơ cấu truyền động. Nếu giả thiết mômen xoắn tác động lên trục từ một phía thì ta có :

$$M_x = P. R$$

do vậy ứng suất xoắn $\tau = \frac{M_x}{W_x}$

Ở đây W_x - mômen chống xoắn.

Thường ứng suất do uốn và xoắn so với ứng suất nén là rất nhỏ. Ví dụ, mômen uốn của tang từ ví dụ trên sẽ là:

$$M_u = \frac{P.L}{4} = \frac{2000 \times 200}{4} = 100.000 \text{ [kGcm]}$$

Mômen xoắn:

$$M_x = P. R = 2000 \times 30 = 60.000 \text{ [kGcm]}$$

Ta có : $J = \frac{\pi}{2} (R_1^4 - R_2^4)$

Nếu coi: $R_1 = R_2 + S$ thì ta có:

$$J = \frac{\pi}{2}(4.29,2^3 \cdot 1,6 + 6.29,2^2 \cdot 1,6^2 + 4.29,2 \cdot 1,6^3 + 1,6^4) = 135740 \text{ cm}^4$$

$$\text{Do đó ứng suất do uốn } \sigma_u = \frac{100.000}{135.740} 30,8 = 23 \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{Ứng suất do xoắn: } \tau = \frac{60.000}{2.135.740} 30,8 = 7 \text{ kG/cm}^2$$

Ta thấy các ứng suất này nhỏ, có thể bỏ qua.

Kiểm tra ứng suất trên cổ trục: giả thuyết rằng đường kính trong của cổ trục $r = 80 \text{ mm}$ và chiều dày thành $S = 10 \text{ mm}$ ta có mômen quán tính của cổ trục:

$$J = \frac{\pi}{2}(4.8^3 + 6,8^2 + 4.8 \cdot 1^3 + 1^4) = 3864 \text{ cm}^4$$

Ứng suất do xoắn ở cổ trục cũng như trong mối hàn (mối hàn nối cổ trục và thành đầu của tang) là:

$$\tau = \frac{60.000}{3864} (8 + 1) = 140 \text{ kG/cm}^2$$

Ứng suất này là ứng suất cho phép $[\tau]$, vậy $[\tau] = 140 \text{ kG/cm}^2$.

Chương 4

ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG HÀN

Biến dạng và ứng suất hàn xuất hiện và tồn tại trong kết cấu hàn là do bản thân quá trình hàn gây nên. Chúng có ảnh hưởng lớn đến khả năng làm việc và chất lượng của sản phẩm.

Cơ chế xuất hiện của chúng không chỉ do quá trình công nghệ hàn mà còn do cả đặc điểm của kết cấu gây nên. Bởi vậy phải xác định những nguyên nhân để hạn chế chúng.

I. ỨNG SUẤT HÀN

1. Các nguyên nhân sinh ra ứng suất khi hàn

a) Do nung nóng cục bộ và bị hạn chế dẫn nở của các phần tử hàn.

b) Do sự co ngót khi kim loại mối hàn đông đặc.

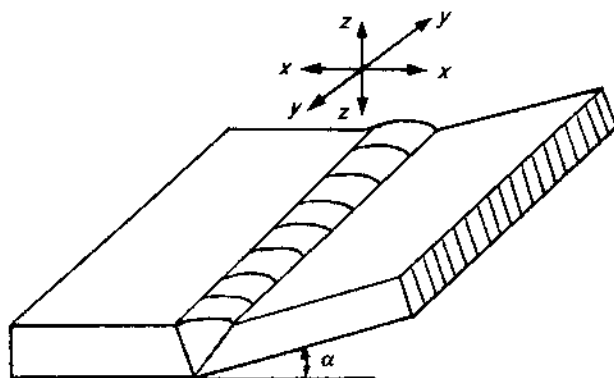
Ví dụ, khi hàn mối hàn giáp mối có vát mép (chữ V, U) do kim loại nóng chảy tập trung nhiều ở vát mép, nên khi kết tinh sinh ra biến dạng góc (hình 4.1).

Trên hình 4.1 cho thấy khi đông đặc ở mối hàn xuất hiện các hướng co ngót sau: theo phương ngang $X - X$; theo phương dọc $Y - Y$ và theo phương thẳng góc $Z - Z$ và biến dạng góc α .

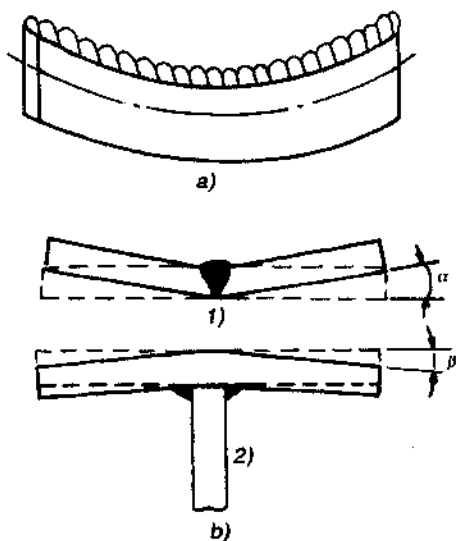
Đối với co ngót theo phương $X - X$, sự dẫn nở nhiệt của kim loại cơ sở là nguyên nhân chính (chiếm từ 90 ÷ 95%), chỉ còn khoảng 5 ÷ 10% là do sự co ngót khi đông đặc của kim loại que hàn.

Sự co ngót dọc $Y - Y$ tương đối nhỏ khoảng 0,1 ÷ 0,3 mm/m chiều dài mối hàn (với mối hàn góc có thể đến 0,6 mm/m); nhưng ứng suất theo phương này sinh ra lại lớn.

Sự co ngót góc hoặc sự biến dạng góc α phụ thuộc vào dạng mối hàn, phương pháp công nghệ và vào chiều dày vật hàn.



Hình 4.1. Biến dạng góc mối hàn vát mép chữ V do ứng suất co ngót.



Hình 4.2. Biến dạng khi hàn:
a) biến dạng dọc của tấm khi hàn trên mép tấm; b) biến dạng góc khi hàn; 1) liên kết giáp mối; 2) liên kết chữ T.
 α, β - biến dạng góc

Bảng 4.1 cho thấy biến dạng góc của mối hàn phụ thuộc vào phương pháp công nghệ và dạng liên kết hàn (hình 4.2).

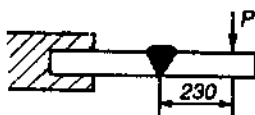
Để chống lại lực co ngót góc, cần phải tác dụng một lực P (bảng 4.2).

Bảng 4.1. Biến dạng góc mối hàn giáp nối

Dạng và phương pháp hàn		Độ biến dạng góc
Hàn dưới lớp thuốc với đệm đồng		0°
Hàn điện hồ quang tay (hai lớp hàn)		0°20'
Hàn điện hồ quang tay (bốn lớp hàn)		5°30'
Hàn điện hồ quang tay (nhiều lớp hàn)		11°30'
Hàn ngọn lửa một lớp		1°8'

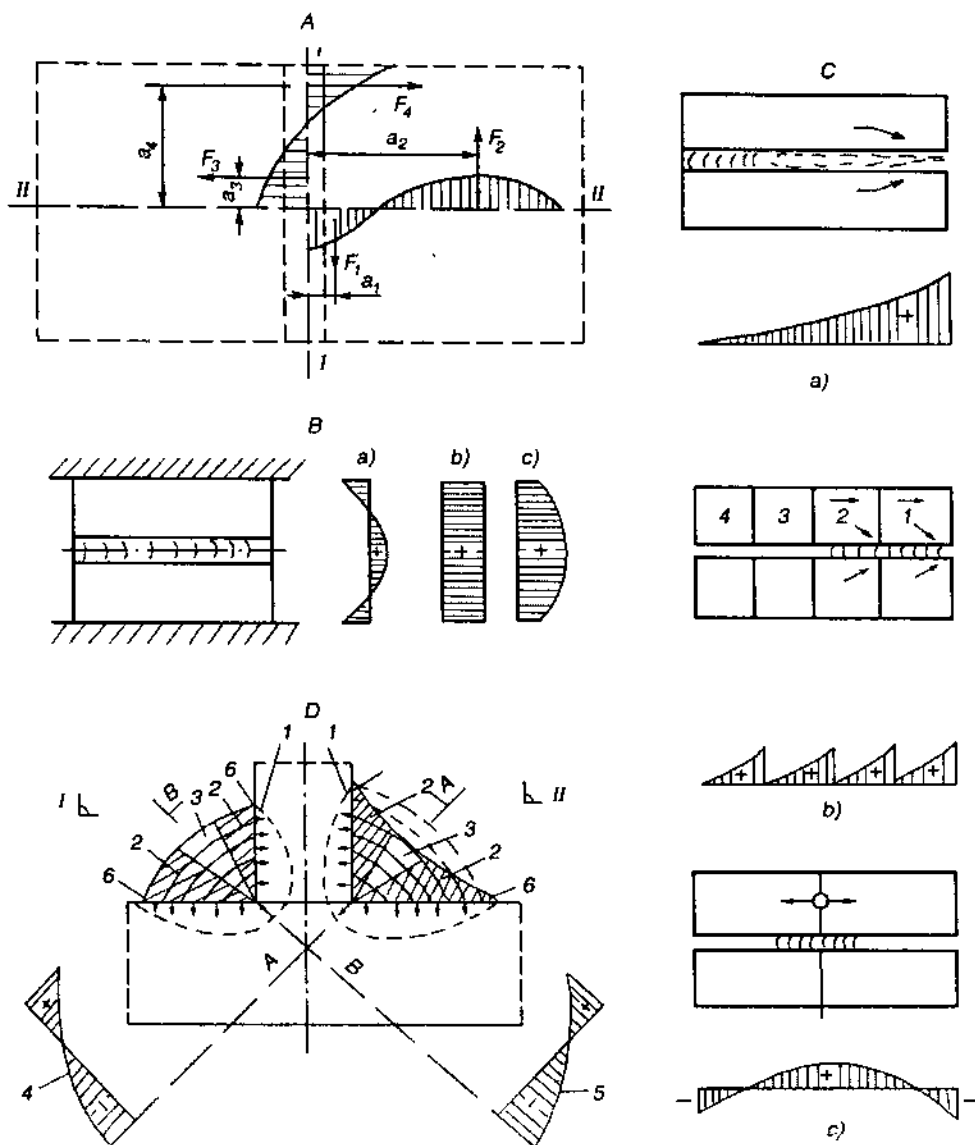
Bảng 4.2. Lực do co ngót

Chiều dày tấm (mm)	Tổng số lớp hàn	Lực P [N]
8	3	4160
10	4	6800
12	4	12300
15	6	19300



2. Ứng suất hàn

Do dạng mối hàn khác nhau và kỹ thuật hàn khác nhau mà sự phân bố ứng suất do hàn sinh ra ở các phương cũng khác nhau (hình 4.3).



Hình 4.3. Các dạng phân bố ứng suất hàn:

A. Sự phân bố ứng suất mỗi hàn giáp mối theo phương dọc và ngang;

B. Sự phân bố ứng suất hàn theo phương ngang của mối hàn:

a) bị kẹp chặt; b) ứng suất do sự kẹp chặt; c) ứng suất tổng hợp;

C. Sự phân bố ứng suất hàn:

a) do hàn một lần liên tục; b) hàn gián đoạn; c) hàn từ giữa;

D. Sự phân bố ứng suất hàn góc theo hướng AA, BB:

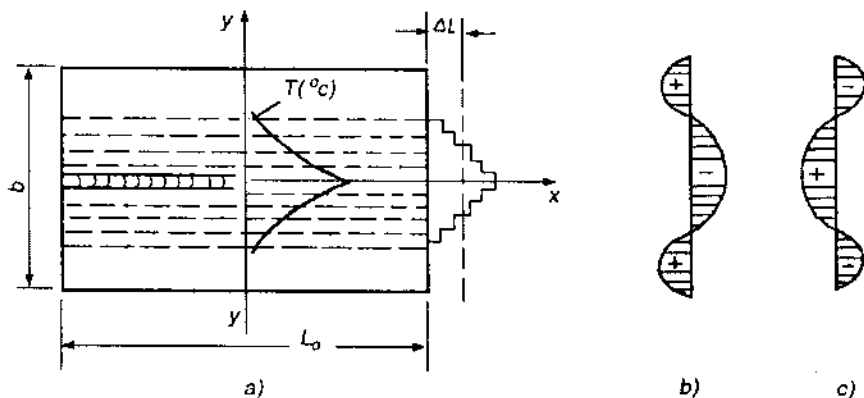
1. vùng đẳng nhiệt; 2. vùng đông đặc sớm; 3. vùng đông đặc sau cùng;

4, 5. sự phân bố ứng suất của hai dạng tiết diện đắp; 6. hướng truyền nhiệt.

II. XÁC ĐỊNH BIẾN DẠNG HÀN

Mối hàn giáp mối là dạng mối hàn thông dụng.

Xét trường hợp mối hàn thực hiện giữa trục giáp mối hai tấm có cùng chiều rộng. Do sự nung nóng và nguội không đều trong quá trình hàn làm cho sự giãn nở của kim loại không đều và do vậy ứng suất bên trong sinh ra cũng không đều (hình 4.4).



Hình 4.4. Biến dạng hàn:

a) sự co giãn kim loại khi hàn; b) ứng suất khi nung; c) ứng suất khi nguội.

Giả thiết khi bị nung nóng các dải kim loại biến dạng tự do thì độ giãn nở Δl sẽ là:

$$\Delta l = \alpha T \cdot L_0$$

Trong đó α - hệ số giãn nở nhiệt của kim loại, (1/°C).

T- nhiệt độ trung bình của dải, (°C).

L_0 - chiều dài của dải (mm).

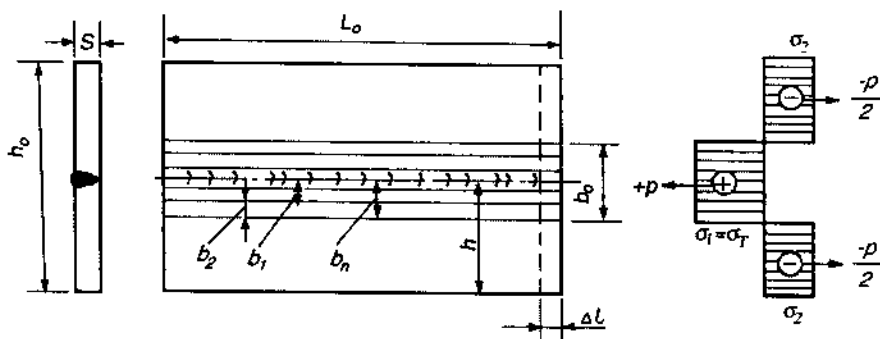
Thực tế không có sự giãn nở tự do của các dải. Các dải có nhiệt độ thấp sẽ ngăn cản sự giãn nở của những dải có nhiệt độ cao. Theo giả thuyết tiết diện ngang phẳng thì khi hàn các dải của tấm giãn nở như nhau và bằng một đại lượng Δl (hình 4.4a). Sự khác nhau đó là nguyên nhân tạo nên sự ứng suất khác nhau trong tấm (hình 4.4b, c); do đó dẫn đến sự sai lệch hình dáng và kích thước của kết cấu (đó là biến dạng).

1. Xác định biến dạng do co dọc khi hàn giáp mối

Các bài toán về ứng suất và biến dạng khi hàn rất phức tạp. Ở đây chỉ xét trường hợp cơ bản và đơn giản mà các tính toán của chúng dựa trên các giả thuyết:

- Ứng suất dư (do nung nóng, không bị ảnh hưởng môi trường bên ngoài).

- Biến dạng của tấm phù hợp với giả thuyết tiết diện phẳng, lúc đó có mô hình nội lực hình 4.5.



Hình 4.5. Sự phân bố nội lực khi hàn.

Theo lý thuyết sức bền vật liệu ta có thể tính nội lực tác dụng theo ứng suất :

$$P = \sigma_t \cdot F_c$$

trong đó σ_t - ứng suất sinh ra khi hàn. Thường lấy $\sigma_t = \sigma_T$ (σ_T - giới hạn chảy của vật liệu).

α - hệ số giãn nở nhiệt [$1/^\circ\text{C}$]. Thép thường có $\alpha = 22 \cdot 10^{-6}$ [$1/^\circ\text{C}$].

E - mô đun đàn hồi [N/cm^2]. Thép thường: $E = 2,1 \cdot 10^7$ [N/cm^2].

T - nhiệt độ nung [$^\circ\text{C}$].

F_c - tiết diện của vùng ứng suất tác dụng của mối hàn, cm^2 .

Ta có:

$$F_c = b_0 \cdot S [\text{cm}^2]$$

S - chiều dày vật hàn [cm].

b_0 - chiều rộng của vùng ứng suất tác dụng [cm].

Vì sự phân bố nhiệt về hai phía là đều nhau nên ta chỉ xem xét một phía:

$$b_0 = 2b_n \quad \text{và} \quad b_n = b_1 + b_2.$$

Trong đó b_1 - vùng kim loại chảy của mối hàn và phần kim loại cơ bản được nung nóng đến trạng thái dẻo ($T \geq 550^\circ\text{C}$):

$$b_1 = \frac{0,484q}{v.\delta_0.c.\gamma.550^\circ\text{C}}$$

trong đó: q - năng lượng hữu ích nguồn nhiệt (calo/s).

v - tốc độ hàn (cm/s).

c - nhiệt dung của kim loại hàn ($\text{cal/g}^\circ\text{C}$)

γ - khối lượng riêng kim loại (g/cm^3).

δ_0 - tổng chiều dày truyền nhiệt của hai tấm hàn, ở đây $\delta_0 = 2S$.

Vùng b_2 là vùng được nung nóng đến nhiệt độ $< 550^\circ\text{C}$ nên gọi là vùng đàn hồi dẻo. Giá trị của vùng này phụ thuộc vào nhiều yếu tố như năng lượng riêng q_0 ; chiều rộng tấm hàn h_0 ; giới hạn chảy σ_{ch} của vật liệu, v.v.

Có thể xác định b_2 theo công thức sau:

$$b_2 = K_2 - (h - b_1)$$

K_2 - hệ số phụ thuộc vào q_0 và vật liệu chi tiết (xác định theo đồ thị):

$$q_0 = \frac{q}{v.\delta_0}$$

h - chiều rộng toàn bộ vùng ứng suất tính toán; đối với hàn tay $h = 250 \text{ mm}$; hàn tự động $h = 300 \div 350 \text{ mm}$.

Do điều kiện nội lực cân bằng (nghĩa là ứng suất ở vùng F_c và vùng còn lại phải cân bằng) nên có thể tính ứng suất phản kháng σ_2 theo công thức:

$$\sigma_2 = \frac{P}{F - F_c} [\text{N/cm}^2]$$

Trong đó F - tiết diện ngang toàn bộ vùng ứng suất của vật hàn tính theo h [cm^2].

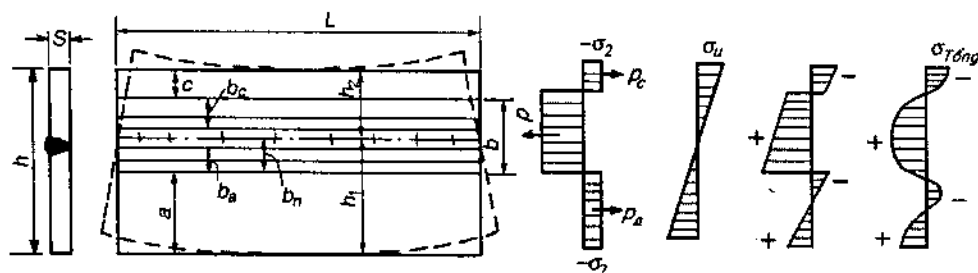
$$\text{Từ đó có thể viết } \sigma_2 = \frac{\sigma_T b_0 \cdot S}{(h - b_0)S} = \frac{\sigma_T b_0}{h - b_0} [\text{N/cm}^2]$$

Sau khi xác định được nội lực ta có thể xác định biến dạng co dọc Δl :

$$\Delta l = \frac{\sigma_2}{E} L_0$$

2. Độ võng của liên kết hàn giáp mối

Độ võng của liên kết hàn giáp mối với đường hàn không nằm ở trung tâm của vật hàn. Khi đó sẽ xuất hiện mômen uốn làm cho tấm hàn cong đi (hình 4.6). Đó là do nội lực phản kháng ở hai phía mối hàn có giá trị khác nhau.



Hình 4.6. Ứng suất và biến dạng khi hàn giáp mối đường hàn không trùng với trọng tâm của liên kết

$$P_a = \sigma_2 \cdot a \cdot S \quad \text{và} \quad P_c = \sigma_2 \cdot c \cdot S$$

Vì nội lực cân bằng nên $P = P_a + P_c$

tức là: $\sigma_T \cdot b_0 \cdot S = \sigma_2 \cdot S \cdot (a + c)$

Từ đó:

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_T \cdot b_0}{a + c} = \frac{\sigma_T \cdot b_0}{h - b_0}$$

Lấy mômen của các nội lực phản kháng đối với tâm của vùng ứng suất tác dụng ta có:

$$M_a = P_2 \frac{a + b_n}{2}; M_c = P_c \frac{c + b_n}{2}$$

Khi tấm hàn để tự do không bị chặn thì chỉ có hiện tượng cong và mômen uốn do nội lực phản kháng sinh ra sẽ là:

$$\begin{aligned} M &= M_a - M_c = P_a \cdot \frac{a + b_n}{2} - P_c \frac{c + b_n}{2} \\ &= \sigma_2 \cdot a \cdot S \cdot \frac{a + b_n}{2} - \sigma_2 \cdot c \cdot S \frac{c + b_n}{2} \end{aligned}$$

Thay giá trị σ_2 vào ta có:

$$\begin{aligned} M &= \frac{\sigma_T \cdot S \cdot b_0}{2(h - b_n)} (a + b_n + c)(a - c) \\ M &= \frac{P \cdot h(a - c)}{2(h - b_n)} \end{aligned}$$

Trong công thức trên $a = 0$, tức là mối hàn ở mép tấm, khi đó giá trị mômen sẽ là cực đại $M_{\max}$ và khi $c = a$ tức mối hàn trùng với trục trung tâm thì $M = 0$ (tức là không bị cong).

Ứng suất do mômen uốn sẽ là:

$$\sigma_u = \frac{M}{W} = \frac{6 \cdot P \cdot h(a - c)}{2(h - b_0)Sh^2} = \frac{3\sigma_T b_0(a - c)}{h(h - b_0)}$$

Trong đó W - mômen chống uốn của tiết diện ngang.

Do tồn tại mômen uốn nên vật hàn bị cong, vì vậy theo lý thuyết sức bền thì độ võng tại một điểm bất kỳ x được tính theo công thức:

$$f_x = \frac{M_x(l - x)^2}{2EJ}$$

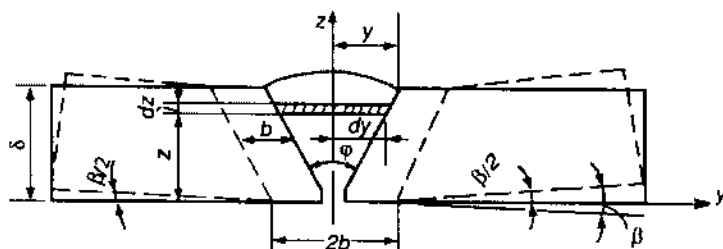
Trong đó:

x - tọa độ của điểm cần xác định độ võng f_x (ở đây hệ tọa độ là đường trung tâm đường hàn và cạnh vật hàn thẳng góc với đường trung tâm ấy, gốc tọa độ là điểm nút mối hàn).

J - mômen quán tính của tiết diện ngang.

Độ võng sẽ cực đại khi $x = 0,5 l$, ta có: $f = \frac{Ml^2}{8EJ}$.

Ngoài ra khi hàn giáp mối các tấm có vát cạnh, vật hàn còn bị co ngang gây ra biến dạng góc (hình 4.7).



Hình 4.7. Biến dạng góc của mối hàn giáp mối.

Bằng cách tính độ co theo các lớp từ trên xuống dưới theo chiều dày tấm, ta tính được góc biến dạng β :

$$\beta = 0,9144 \operatorname{tg} \varphi / 2$$

Trong đó φ là góc vát của mối hàn.

3. Xác định ứng suất và biến dạng do co dọc ở mối hàn chữ T

Kết cấu chữ T gồm hai tấm (đế, vách) hàn với nhau bằng hai mối hàn góc (hình 4.8a).

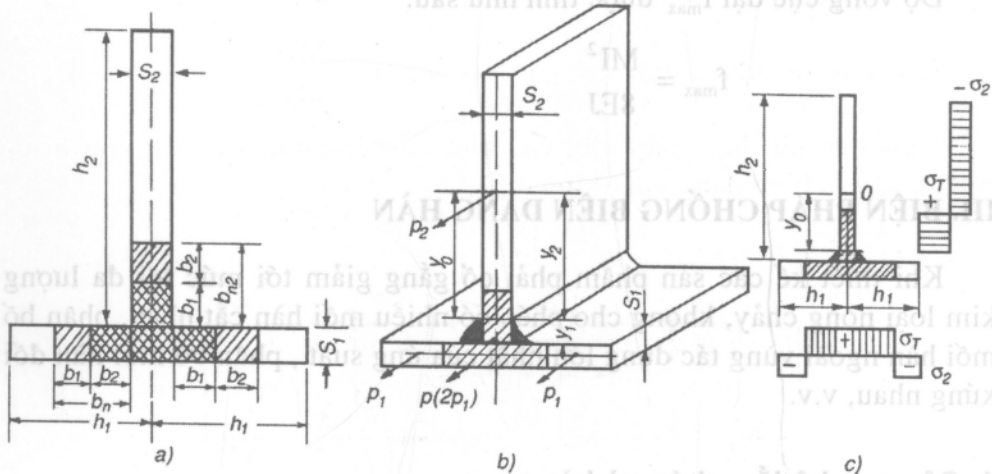
Vùng ứng suất tác dụng sinh ra cũng được tính toán như các trường hợp trên. Ta có:

$$F_c = (2b_1 + 2b_{21} + S_2) S_1 + (b_1 + b_{22}) S_2 + k^2$$

Nội lực tác dụng dọc trục P và ứng suất phản kháng σ_2 cũng được xác định như sau:

$$P = \sigma_T F_c \quad \text{và} \quad \sigma_2 = \frac{P}{F - F_c}$$

Sơ đồ tác dụng của nội lực P và các lực phản kháng P_1, P_2 và biểu đồ ứng suất gây ra bởi nội lực được biểu diễn trên hình 4.8 b, c.



Hình 4.8. Kết cấu mối hàn chữ T và trạng thái ứng suất.

Giả thiết rằng liên kết chữ T được giới hạn ở các cạnh biên đáy do đó không có biến dạng do uốn ngang, thì từ điều kiện cân bằng nội lực ta sẽ có:

$$P = 2P_1 + P_2$$

P_1 - nội lực phản kháng trên phần còn lại của hai đầu tấm đế.

$$P_1 = \sigma_2(h_2 - b_{n1} - S_2/2)S_1$$

P_2 - nội lực phản kháng tác dụng phần còn lại của tấm vách :

$$P_2 = \sigma_2(h_2 - b_{n2})S_2$$

Mômen uốn M của các nội lực tác dụng lên kết cấu là:

$$M = P_2 \cdot y_2 - 2P_1 \cdot y_1$$

y_1, y_2 là khoảng cách từ các điểm đặt lực phản kháng $2P_1$ và P_2 đến trọng tâm của vùng ứng suất tác dụng (đó cũng là điểm đặt lực P).

Nếu như kết cấu hàn không bị kẹp chặt (tự do) thì dưới tác dụng của M kết cấu sẽ bị uốn và ứng suất do uốn là:

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

Do ảnh hưởng của mômen uốn mà liên kết bị cong.

Độ võng cực đại $f_{\max}$ được tính như sau:

$$f_{\max} = \frac{MI^2}{8EJ}$$

III. BIỆN PHÁP CHỐNG BIẾN DẠNG HÀN

Khi thiết kế các sản phẩm phải cố gắng giảm tới mức tối đa lượng kim loại nóng chảy, không cho phép có nhiều mối hàn cắt nhau, phân bố mối hàn ngoài vùng tác dụng lớn nhất của ứng suất, phân bố mối hàn đối xứng nhau, v.v.

1. Công nghệ lắp ghép và hàn

Khi lắp ghép kết cấu, phải tránh có những mối hàn dính gây nên mối ghép cứng. Tốt nhất là sử dụng các đồ gá sao cho trong khi hàn kim loại mối hàn có thể co giãn tương đối tự do.

Đặc biệt phải chú ý đến thứ tự thực hiện các mối hàn và hướng hàn. Phải làm sao cho các mối hàn khép kín được hàn sau cùng và hàn các tấm lớn phải tiến hành từ giữa mối hàn ra hai bên.

Thứ tự thực hiện các mối hàn như sau:

Khi hàn các tấm lớn được chế tạo từ các tấm nhỏ, trước tiên phải hàn các mối hàn ngang để tạo thành các dải riêng biệt, sau đó hàn các dải này lại với nhau.

Khi hàn dầm chữ I, trước hết phải hàn các mối nối của tấm biên và tấm vách, sau đó hàn các mối hàn góc giữa biên và góc.

Khi hàn các bể chứa hình trụ trước hết cần phải hàn các mối hàn dọc của các tấm vòng, sau đó hàn các vòng với nhau.

Khi hàn mối hàn nhiều lớp, thì các lớp sau được hàn theo hướng ngược lại với hướng của lớp hàn trước.

2. Phương pháp cân bằng biến dạng

Phương pháp này được sử dụng khi hàn các mối hàn đối xứng nhau. Khi đó biến dạng do các mối hàn trước gây ra sẽ được cân bằng bởi biến dạng do các mối hàn sau đối xứng với mối hàn trước gây ra. Trên

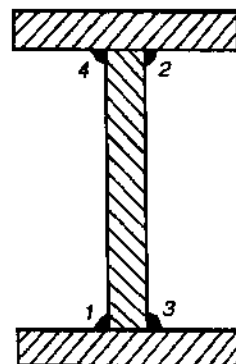
hình 4.9 các con số cho biết thứ tự thực hiện các mối hàn khi hàn đầm chữ I.

3. Phương pháp biến dạng ngược

Trong trường hợp này, khi lắp ghép người ta tạo biến dạng có chiều ngược với biến dạng do quá trình hàn gây ra.

4. Kẹp chặt chi tiết khi hàn

Chi tiết được kẹp chặt trong các đồ gá có đủ độ cứng vững cần thiết. Kết quả là khi hàn trong các đồ gá loại này các biến dạng sẽ giảm đáng kể. Tuy vậy cũng phải tính đến một điều là khi đó nội ứng suất sẽ tăng.



Hình 4.9. Phương pháp cân bằng biến dạng khi hàn đầm chữ I: 1, 2, 3, 4 - thứ tự hàn

5. Phương pháp giảm ứng suất

Các phương pháp cơ bản để giảm ứng suất trong các mối hàn là tạo lực ép trên bề mặt từng lớp của mối hàn, nung nóng trước hoặc nung nóng đồng thời (xử lý nhiệt).

a) *Phương pháp tạo lực ép* (rèn nhẹ) được dùng khi hàn mối hàn nhiều lớp có bề dày lớn. Để tránh vết nứt có thể xuất hiện thì không rèn lớp lót và lớp bề mặt.

Những mối hàn dễ thấm tòi thì không dùng phương pháp này. Có thể thay phương pháp này bằng phương pháp biến dạng dẻo bằng cách cán mối hàn trên các máy cán.

b) *Nung nóng trước lúc hàn hoặc nung nóng đồng thời* trong khi hàn được dùng khi hàn các chi tiết có xu hướng bị thấm tòi và dễ nứt. Nhiệt độ nung nóng từ $100^{\circ} \div 600^{\circ}\text{C}$ (tùy theo mức thép và độ cứng vững của kết cấu).

Các phương pháp nung nóng có các cách: dùng dòng điện cao tần, dùng nhiều mỏ đốt và các nguồn nhiệt khác.

c) *Để loại bỏ nội ứng suất nhất thiết phải tiến hành xử lý nhiệt.* Trong

đa số các trường hợp người ta dùng biện pháp ram thấp ở nhiệt độ $600 \div 650^{\circ}\text{C}$, giữ nhiệt (thời gian $2 \div 3$ phút cho 1 mm chiều dày) và làm nguội trong lò. Trong trường hợp này không xảy ra sự thay đổi cấu trúc vật hàn.

6. Nắn

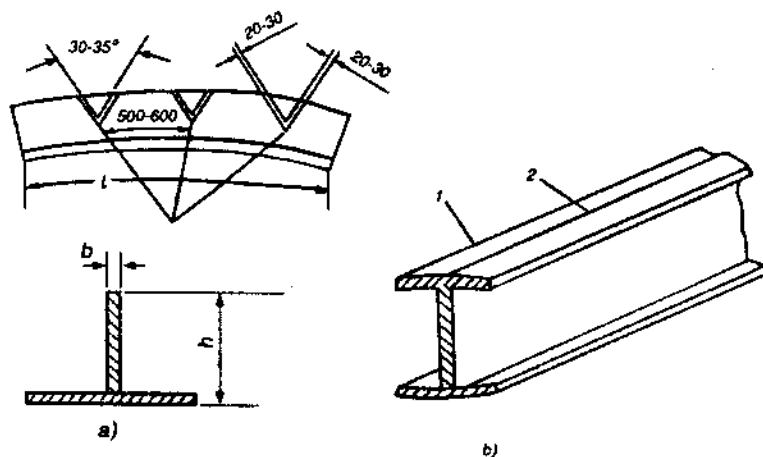
Nắn các kết cấu hàn đã biến dạng: mặc dù đã sử dụng các biện pháp chống lại ứng suất và biến dạng, đôi khi các kết cấu vẫn phải nắn lại. Biện pháp có thể sử dụng là nắn cơ khí hoặc nắn nhiệt.

- *Nắn cơ khí* được tiến hành trên các loại máy ép, máy búa và trên trục cán khác nhau, ở trạng thái nguội hoặc nóng.

- *Nắn nhiệt* dựa trên nguyên tắc cân bằng biến dạng bằng biện pháp tạo nội ứng suất trong kết cấu, ứng suất này cân bằng với ứng suất tạo ra biến dạng ban đầu.

Kỹ thuật nắn bao gồm nung nóng nhanh bề mặt kim loại và sau đó làm nguội (khi đó vùng được nung nóng sẽ co lại). Nung nóng được tiến hành trên những vùng mà nếu ép nó lại ta có hình dáng đúng của kết cấu.

Thông thường người ta sử dụng các mỏ đốt để nắn nhiệt. Các dạng nắn nhiệt được trình bày trên hình 4.10.



Hình 4.10. Các dạng nắn nhiệt

a) dầm chữ T; b) dầm chữ I; 1. vùng được nung nóng; 2. dải được nung nóng.

Chương 5

KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG HÀN

I. CÁC PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG HÀN

1. Quan sát bằng mắt. Phương pháp này dùng để phát hiện các khuyết tật bề mặt của mối hàn. Phát hiện trực tiếp bằng mắt thường hoặc có thêm kính lúp với độ phóng đại tối đa 10 lần.

2. Chiếu xạ xuyên qua mối hàn (theo tiêu chuẩn của GOST 7512 - 75). Dựa trên khả năng của các tia Ronghen (hoặc Gama) là xuyên qua được chiều dày kim loại ta chiếu chúng qua vật hàn lên tấm phim đặt ở phía sau của mối hàn. Ở những chỗ có rỗ khí, lẫn xỉ hoặc hàn không ngấu trên phim sẽ hiện thành các vết sẫm.

3. Phương pháp siêu âm (GOST 14782 - 76). Dựa trên khả năng của chùm tia siêu âm là phản xạ lại theo hướng khác khi đi vào kim loại mối hàn có chứa khuyết tật.

4. Phương pháp phát quang và chỉ thị màu (GOST 3241-69). Tại vùng có khuyết tật, ta bôi dung dịch phát quang hoặc chất chỉ thị màu. Sau đó bề mặt sẽ cho biết khuyết tật xuất hiện ở nơi chất chỉ thị màu xuất hiện.

5. Phương pháp thẩm thấu bằng dầu hỏa. Dùng phương pháp này để xác định rỗ độ rỗ, nứt, rò rỉ của kim loại mối hàn có bề dày nhỏ hơn 10 mm. Bằng cách quét dầu hỏa trên một phía mối hàn; phía còn lại quét vôi trên vùng đường hàn để khô. Dầu hỏa sẽ thẩm thấu qua vùng khuyết tật và khuyết tật được phát hiện. Phương pháp này có thể xác định các khuyết tật nhỏ tới 0,1 mm.

6. Thử bằng thủy lực tĩnh (GOST 3845-65) và có áp suất (GOST 1999-60).

Phương pháp này dùng thử độ bền và độ kín của các bình, bể chứa, các dụng cụ chứa khí và các loại bình khác.

7. Thử mẫu công nghệ. Phương pháp này dùng để xác định sự liên kết của kim loại, đặc trưng bằng sự phá hỏng của liên kết (ở kim loại cơ bản hay ở mối hàn). Sự phá hỏng tồn tại của chỗ không hàn ngẫu hay là ở các khuyết tật khác ở bên trong.

8. Xác định tính nhạy của mối hàn đối với sự ăn mòn tinh giới. (GOST 6032-69). Dùng phương pháp này để kiểm tra các mối hàn từ thép hợp kim austenit.

9. Thử kim tương (GOST 3242-69). Dùng phương pháp này để kiểm tra tổ chức thô đại và để xác định chiều sâu ngẫu của mối hàn, chiều rộng vùng ảnh hưởng nhiệt, các khuyết tật bên trong.

10. Thử cơ tính (GOST 6996-66). Đây là phương pháp xác định độ bền mối hàn. Các mẫu cũng được hàn bằng cùng chế độ với vật thật hoặc được cắt tạo mẫu từ các sản phẩm.

Thử kéo và uốn (cho các ống có đường kính $\varnothing < 100 \text{ mm}$) là bắt buộc. Thử độ dai va đập chỉ đối với các sản phẩm nhất định (như các vật chịu va đập).

Thử cơ tính còn dùng để thử tay nghề của thợ hàn và xác định cơ tính của vật liệu hàn cũng như chế độ công nghệ hàn đã lựa chọn.

II. CÁC KHUYẾT TẬT MỐI HÀN

1. Chảy loang bề mặt mối hàn. Hiện tượng này xuất hiện khi kim loại hàn chảy loang ra bề mặt của kim loại cơ bản. Nguyên nhân xuất hiện là do dòng điện hàn quá lớn; chiều dài hồ quang hàn lớn; vị trí đặt que hàn không đúng; góc nghiêng của vật hàn lớn khi hàn đứng.

2. Vết lõm mép hàn. Đây là những chỗ lõm sâu (rãnh) trên kim loại cơ bản theo cạnh mép hàn khi dòng điện hàn quá lớn hoặc hồ quang hàn quá dài. Khuyết tật này làm giảm tiết diện chịu lực của kim loại cơ bản và có thể là nguyên nhân làm cho liên kết hàn bị phá hủy.

3. Cháy thùng. Khi hàn có thể xuất hiện các lỗ thùng xuyên mối hàn. Nguyên nhân là do khe hở chân mối hàn quá lớn; dòng điện hàn quá lớn

hoặc công suất mỏ hàn quá lớn khi tốc độ hàn quá nhỏ.

4. Thiếu hụt cuối đường hàn (lỗ đầu và cuối). Hiện tượng này hình thành khi kết thúc đường hàn. Nguyên nhân là do ngắt hồ quang một cách đột ngột hoặc do ngọn lửa hồ quang bị thổi lệch.

Sự thiếu hụt này làm cho tiết diện mối hàn bị giảm và có thể là chỗ phát sinh các vết nứt.

5. Rỗ khí. Thường gặp rỗ khí khi lượng cacbon trong kim loại cơ bản cao; khi trên mép hàn còn có dầu, mỡ, sơn hoặc khi các chất đó bám vào dây hàn, que hàn; khi dùng vật liệu hàn ẩm, có chứa nước hoặc trong khí bảo vệ có lẫn tạp chất. Ngoài ra còn do điều chỉnh ngọn lửa hàn không thích hợp và hàn quá nhanh khi sử dụng phương pháp hàn trong môi trường khí bảo vệ CO_2 .

6. Lấn xỉ. Đây là kết quả của việc làm sạch gỉ mép hàn hoặc dây hàn không triệt để. Trường hợp hàn nhiều lớp, lấn xỉ cũng do tẩy xỉ hàn lớp trước không triệt để.

Xỉ lẫn vào kim loại hàn sẽ làm cho tiết diện chịu lực của nó bị giảm, giảm độ bền và dẫn đến sự tập trung ứng suất tại đó.

7. Hàn không ngấu là khuyết tật xuất hiện ở chỗ kim loại mối hàn và kim loại cơ bản không dính (không ngấu) hoặc ở các lớp hàn (khi hàn nhiều lớp) không dính nhau.

Nguyên nhân là làm sạch kim loại cơ bản (như bụi, gỉ, sơn...) không triệt để; góc vát mép nhỏ, phần làm tù chân mối hàn quá lớn, khe hở hàn quá hẹp, dòng hàn quá nhỏ, tốc độ hàn lớn và lệch vị trí que hàn ra khỏi trục mối hàn.

Trong kỹ thuật hàn, nứt được chia thành hai loại: nứt nóng và nứt nguội tùy theo nhiệt độ mà ở đó chúng xuất hiện.

Sự tồn tại của các màng nửa đặc nửa chảy lỏng của quá trình kết tinh cộng với sự tồn tại của ứng suất kéo dài do co ngót là nguyên nhân của nứt nóng.

Ngoài ra nứt nóng còn xuất hiện do trong kim loại mối hàn chứa một lượng nhất định các nguyên tố cacbon, silic, hydro và niken. Nứt nóng thường được phân bố bên trong mối hàn và khó phát hiện được.

Nứt nóng thường phát triển ra đến tận bề mặt mối hàn và có thể dễ dàng nhìn thấy.

III. CÁC CHỈ TIÊU KIỂM TRA VÀ ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG LIÊN HÀN CỦA CÁC KẾT CẤU KIM LOẠI

Việc đánh giá chất lượng liên kết hàn tiến hành như sau:

- Quan sát bên ngoài và đo các thông số hình học của liên kết hàn và mối hàn.
- Kiểm tra chất lượng liên kết hàn và mối hàn bằng phương pháp tia rơnghen.
- Thử nghiệm cơ tính kim loại và liên kết hàn.

1. Quan sát bên ngoài và đo các thông số hình học

Kiểm tra chất lượng mối hàn bằng quan sát, đo thông số hình học có mục đích sau:

- a) Phát hiện bằng mắt thường hoặc bằng kính lúp tất cả các khuyết tật nhìn thấy được.
- b) Xác định sai lệch so với kích thước và dung sai danh nghĩa trên bản vẽ.

Trước khi kiểm tra phải làm sạch mối hàn khỏi các chất bẩn, gỉ, xỉ hàn, v.v... để khỏi ảnh hưởng tới việc quan sát.

Đo kích thước mối hàn bằng các dưỡng đo chuyên dùng. Cho phép dùng các dưỡng có cấu tạo khác nhau; nhưng phải bảo đảm độ chính xác cần thiết và tiện lợi khi thao tác.

Việc quan sát bên ngoài mối hàn áp dụng cho tất cả các liên kết hàn (không có ngoại lệ). Theo hình dạng bên ngoài các mối hàn phải thỏa mãn các yêu cầu sau: có bề mặt nhẵn hoặc với độ nhấp nhô nhỏ (không có chấy thủng, không ngất quăng); có sự chuyển tiếp đều tới kim loại cơ bản; kim loại đắp phải đều suốt trên chiều dài mối hàn, không có nứt, không có rỗ khí tập trung hay bố trí thành dải liên tục trên bề mặt (chỉ cho phép có rỗ khí trên bề mặt nhưng riêng biệt, không liên tục).

Các vết cắt ở kim loại cơ bản có chiều sâu cho phép không lớn hơn 0,5 mm đối với tấm thép dày dưới 10 mm và 1 mm với thép dày trên 10 mm.

Tất cả các chỗ lõm do kết thúc hồ quang hàn, phải được điền đầy (không được lõm); không cho phép bất cứ loại nứt nào và theo bất cứ hướng nào.

Những đoạn mối hàn bị nứt phải được khoan cho tới tận cùng chỗ nứt, sau đó đục chỗ nứt đi hoặc thổi đi bằng mỏ cắt đặc biệt rồi hàn lại.

Các chỗ hàn không ngẫu nhìn thấy ở phía chân mối hàn, ở các mối hàn không dùng đệm thuốc khi chỉ hàn được từ một phía cho phép sâu tới 15% chiều dày tấm hàn, nếu chiều dày không vượt quá 20 mm và không quá 3 mm khi chiều dày không lớn hơn 20 mm.

c) Các khuyết tật loại bỏ trong mối hàn theo các cách sau:

Các chỗ gián đoạn khi hàn và các chỗ kết thúc hồ quang phải được hàn kín. Các mối hàn bị nứt, hàn không ngẫu hoặc có các khuyết tật lớn hơn mức cho phép phải được tẩy bỏ với phạm vi kích thước lớn hơn kích thước khuyết tật một đoạn dài hơn 10mm về mỗi phía rồi hàn sửa chữa lại. Các chỗ có vết cắt ở kim loại cơ bản nếu vượt quá giới hạn cho phép, phải được làm sạch và hàn sửa lại và lại làm sạch, đảm bảo sự chuyển tiếp đều vào kim loại mối hàn.

Các khuyết tật đã được hàn sửa chữa lại đều phải kiểm tra lại lần nữa.

Sự sửa chữa khuyết tật tại một vị trí chỉ được phép tiến hành nhiều nhất là hai lần.

2. Kiểm tra chất lượng mối hàn bằng tia rơnghen, gama

Phương pháp kiểm tra này cho phép tìm thấy các khuyết tật bên trong các liên kết hàn. Việc kiểm tra tiến hành ở đoạn 50 mm đối với mỗi chiều dài 50 m của mối hàn và ở tất cả những chỗ đáng nghi ngờ của mối hàn.

Các đoạn kiểm tra được đánh dấu trên bản vẽ. Kết quả kiểm tra được ghi vào biên bản đặc biệt.

Cho phép kiểm tra các khuyết tật sau đây bằng phương pháp vật lý (chiếu tia xuyên qua).

a) Hàn không ngẫu theo tiết diện mối hàn, khi hàn từ hai phía: có chiều sâu tới 5% chiều dày tấm hàn, nhưng không vượt quá 2 mm theo chiều dài chỗ không ngẫu; không quá 50 mm theo chiều dài toàn bộ của các chỗ không ngẫu; không vượt quá 200 mm trên 1 m mối hàn.

b) Hàn không ngấu ở chân mối hàn khi hàn từ một phía: có chiều sâu tới 15% chiều dày tấm, nếu tấm không dày hơn 20 mm và không quá 3 mm nếu tấm dày hơn 20 mm.

c) Các vết lẩn xỉ riêng lẻ hoặc rỗ khí riêng lẻ hoặc tập trung có kích thước theo chiều sâu mối hàn không vượt quá 10% chiều dày tấm khi tấm không dày quá 20 mm và không vượt quá 3 mm khi tấm dày hơn 20 mm.

d) Các chỗ tập trung xỉ hoặc rỗ khí, khi tổng chiều dài của chúng không vượt quá 200 mm trên 1 m chiều dài mối hàn.

Giá trị tổng của hàn không ngấu, lẩn xỉ và rỗ khí riêng lẻ hay thành dải, không vượt quá 10% chiều dày tấm hàn trong tiết diện đang xét (khi hàn từ hai phía); nhưng không được lớn hơn 2 mm. Khi hàn một phía mà không có đệm lót phía bên kia thì giá trị đó là 15% nhưng không lớn hơn 3 mm.

e) Các vết lẩn xỉ, rỗ khí tạo thành đường dọc mối hàn, không được phép có. Tất cả các loại nứt có kích thước bất kỳ cũng không được phép có trong mối hàn.

Ở đoạn kiểm tra, nếu các phương pháp vật lý này phát hiện ra các khuyết tật không được phép có, thì phải tiến hành kiểm tra bổ sung ở đoạn có chiều dài bằng đoạn đó, chủ yếu ở các chỗ gần khuyết tật. Nếu khi kiểm tra bổ sung lại phát hiện thêm các khuyết tật không được phép thì phải kiểm tra toàn bộ mối hàn và các đoạn nghi ngờ của mối hàn.

3. Thử nghiệm cơ tính

Đây là phương pháp để tìm ra các đặc trưng bền của kim loại cơ bản, vật liệu hàn và mối hàn. Cho phép dùng các mẫu đã thỏa mãn khi đã kiểm tra bằng quan sát bên ngoài.

Các tấm dùng lấy mẫu thử nghiệm cơ tính phải được chế tạo từ cùng một loại thép hàn kim loại cơ bản.

Các tấm đó được hàn dính vào vật hàn sao cho mối hàn trên đó được tiến hành ở cùng vị trí không gian như mối hàn thật và đó là phần kéo dài thêm của mối hàn thật.

Các tấm đó phải được cùng một người thợ hàn thực hiện với cùng chế độ hàn, vật liệu hàn và thiết bị hàn như khi hàn vật liệu thật.

Kích thước tấm, hình dạng và kích thước mẫu cũng như phương pháp cắt lấy mẫu từ phối phải theo tiêu chuẩn.

Khi đó phải tiến hành các thử nghiệm sau:

- Thử kéo tĩnh liên kết hàn giáp mối: 2 mẫu; hàn góc và hàn liên kết chữ T: 3 mẫu mỗi loại.

- Thử uốn động (độ dai va đập) kim loại mối hàn giáp mối và vùng xung quanh mối hàn theo đường nóng chảy: 3 mẫu mỗi loại.

- Thử uốn tĩnh mối hàn giáp mối: 2 mẫu.

Khi kết quả thử nghiệm không thỏa mãn và các chỉ số tiêu chuẩn, mối hàn tương ứng phải bị loại bỏ và tiến hành kiểm tra bổ sung đối với vật liệu hàn, chế độ hàn và tay nghề thợ hàn.

4. Quy tắc kiểm tra và nghiệm thu các liên kết hàn cốt thép

Các chỉ tiêu cốt thép, nền móng và các liên kết hàn đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn phải được xác định theo kết quả kiểm tra mẫu từ một lô sản phẩm, chi tiết hay liên kết. Việc kiểm tra lô mẫu phải bao gồm sản phẩm của tất cả các thợ hàn.

Mỗi lô đem kiểm tra phải gồm các chi tiết cốt thép hay là móng của một mác. Mỗi lô liên kết hàn từ các thanh phải bao gồm các liên kết hàn cùng loại và cùng đường kính, thực hiện bằng cùng một công nghệ.

Khi dùng các chi tiết cốt thép và nền móng đã được chế tạo ở xí nghiệp cung cấp, cho phép kiểm tra một lô bao gồm:

- Các lưới chỉ cùng loại và đường kính các thanh có diện tích tiết diện ngang nhỏ hơn tổng số diện tích tiết diện các thanh giao nhau theo hai hướng.

- Các khung có kích thước khác nhau có các thanh ngang từ cốt thép cùng loại mà đường kính có thể khác nhau, nhưng không lớn hơn hai số liền nhau của prôphin.

- Các thanh rời với các liên kết hàn giáp mối (đối đầu) bằng phương pháp hàn tiếp xúc có tiết diện ngang không đổi theo chiều dài. Chỉ khác nhau theo đường kính nhiều nhất là hai số liên tiếp của prôphin.

- Các chi tiết nền móng loại "bàn mở" và "bàn kín" với các thanh chằng từ cốt thép cùng loại, nối bằng mối hàn chồng với tấm dẹt bằng hàn hồ quang dưới lớp thuốc, có đường kính khác nhau nhiều nhất bằng hai số liền nhau của prôphin.

- Các thanh rời với các liên kết hàn giáp mối (đối đầu) bằng phương pháp hàn tiếp xúc có tiết diện ngang không đổi theo chiều dài. Chỉ khác nhau theo đường kính nhiều nhất là hai số liền tiếp của prôphin.

- Các chi tiết nền móng loại "bàn mở" và "bàn kín" với các thanh chằng từ cốt thép cùng loại, nối bằng mối hàn chồng với tấm dẹt bằng hàn hồ quang dưới lớp thuốc, có đường kính khác nhau nhiều nhất bằng hai số liền nhau của prôphin.

- Các chi tiết nền móng từ các mác khác nhau có các p hân tử tấm dẹt, dài hay là cán định hình, nối với nhau bằng mối hàn.

Khối lượng của lô từ các chi tiết cốt thép và nền móng không được vượt quá khối lượng chi tiết và móng được một người thợ hàn thực hiện trong một ca sản xuất.

Khối lượng một lô liên kết hàn các thanh cốt thép của các kết cấu bê tông cốt thép và kết cấu cốt thép cho phép bằng khối lượng liên kết do một thợ hàn thực hiện cho tới khi bắt đầu đổ bê tông kết cấu.

Không cho phép đổ bê tông trước khi có được kết quả kiểm tra liên kết hàn cốt thép các kết cấu như vậy.

Chọn các chi tiết cốt thép và móng để quan sát bề mặt và đo thông số hình học, thường không ít hơn 3 sản phẩm hoặc chi tiết. Số lượng các liên kết hàn giáp mối được chọn để kiểm tra như vậy không được ít hơn 10 chiếc.

Mỗi chi tiết cốt thép chọn ra phải được kiểm tra các yếu tố sau:

+ Loại và đường kính cốt thép theo hồ sơ và khi không có thì theo kết quả thử nghiệm thép ở phòng thí nghiệm.

+ Kích thước chính, khoảng cách giữa 5 cặp thanh, kể cả cặp ngoài cùng ở 2 điểm theo chiều dài thanh.

+ Chỗ hàn ở các nút.

Mỗi chi tiết móng đã chọn ra phải kiểm tra các yếu tố sau:

+ Mác thép các tấm dẹt và độ phẳng các bề mặt của chúng, loại thép và đường kính các thanh chằng theo hồ sơ. Nếu không có thì phải theo kết quả thử nghiệm thép ở trong phòng thí nghiệm.

+ Kích thước chính các phần tử dẹt, sự bố trí và chiều dài các thanh chằng.

+ Khoảng cách giữa các tấm của chi tiết loại "bàn kín" ở 3 góc của tấm theo các mặt vuông góc với nhau.

+ Tình trạng các thanh của các phần tử dẹt, giá trị góc giữa các phần tử dẹt và giữa các phần tử dẹt với các thanh chằng.

Ở các chi tiết cốt thép và nền móng đã chọn, phải kiểm tra bằng quan sát tất cả các liên kết hàn, các mối hàn dài hàn bằng hồ quang và không ít hơn 5 liên kết hàn đối với các phương pháp hàn khác.

Nếu kết quả quan sát bằng mắt và đo các thông số hình học các chi tiết cốt thép và móng đối với các mối hàn cho thấy chỉ một chi tiết hoặc một liên kết không đáp ứng yêu cầu của tiêu chuẩn thì phải kiểm tra lại gấp hai lần số sản phẩm, chi tiết và liên kết.

Nếu khi kiểm tra lại mà một sản phẩm hoặc là liên kết không thỏa mãn yêu cầu của tiêu chuẩn thì tất cả các vật, liên kết của lô đó sẽ phải được giao nhận từng chiếc.

Độ bền liên kết hàn và độ bền kim loại cơ bản của các thanh sau khi hàn liên kết hình chữ thập, phải được kiểm tra bằng thử nghiệm cơ tính cho đến khi mẫu bị phá hủy. Các mẫu đó được chọn từ lô sản phẩm đã chế tạo xong và đã qua quan sát bên ngoài và đo thông số hình học.

Các mẫu kiểm tra (tập mẫu) cho thử nghiệm cơ tính được chọn ở thời điểm bất kỳ và phải được cắt từ vật, chi tiết hoặc là từ mối hàn của kết cấu cốt thép.

Cho phép cắt các mẫu kiểm tra từ một đơn vị sản phẩm hoàn chỉnh.

Để thử nghiệm cơ tính, độ bền các mối hàn tiếp xúc giáp mối và hàn điểm thực hiện trên các máy hàn một điện cực có điều khiển tự động chu kỳ hàn, ở hiện trường lắp ráp các kết cấu bê tông cốt thép, cho phép thay việc cắt lấy mẫu bằng dùng mẫu tương tự được tạo ra ở thời điểm bất kỳ với cùng chế độ hàn và vật liệu giống sản phẩm thực.

Số lượng (kích thước lô mẫu) mẫu kiểm tra lấy ra để thử theo tiêu chuẩn là 3 mẫu.

Số lượng tập mẫu của các mẫu kiểm tra từ mỗi lô cần kiểm tra sau đó, do một thợ hàn thực hiện (ví dụ, theo bảng 5.1 có thể là 2, 3, 4, 5 hoặc 6 mẫu) phụ thuộc vào giá trị biên độ (W) của chỉ tiêu độ bền liên kết và kim loại cơ bản.

Biên độ phải được tính theo kết quả thử nghiệm của các mẫu lần kiểm tra đầu và trong trường hợp kiểm tra lại thì cũng là của các mẫu của lần đó và lấy từ các lô đã chọn ngay trước đó.

Số lượng tập mẫu của các mẫu kiểm tra từ mỗi lô sau đó dùng cho thử độ bền các liên kết hàn chữ thập và kim loại cơ bản từ các thanh phải được ấn định theo biên độ lớn hơn, trong hai biên độ về độ bền tính sau khi thử các mẫu tương tự lấy từ lô kiểm tra trước đó.

Số lượng tập mẫu của các mẫu kiểm tra từ lô sau, khi lô trước bị phế phẩm, phải là 6 mẫu.

Trong kết quả thử cơ tính cho tới khi phá hủy các mẫu kiểm tra, phải xác định các chỉ số bền sau:

a) Ứng suất trong mỗi mẫu của thanh cốt thép theo trục của tải trọng $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_n$.

Ứng suất này được tính bằng giá trị tải trọng phá hủy [kG] chia cho diện tích tiết diện ngang thanh cốt thép [mm²] chịu tải trọng thử.

Giá trị $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_{tb}, \sigma_{max}, \sigma_{min}$ phải được làm tròn tới số nguyên gần nhất.

Dạng biên bản kiểm tra thử nghiệm cơ tính và ví dụ thực hiện cho trong bảng 5.2.

Lô sản phẩm hoàn chỉnh được giao nhận với điều kiện nếu:

1) $\sigma_{min} \geq C_1$

2) $\sigma_{tb} \geq C_2$.

Khi không thỏa mãn điều kiện đầu, lô sản phẩm bị coi là phế phẩm và khi không thỏa mãn điều kiện thứ hai thì phải thử nghiệm lại lần nữa

với số lượng $N = 6$ chiếc. Nếu thử lại mà không thỏa mãn một trong hai điều kiện, lô sản phẩm đó bị coi là phế phẩm.

Giá trị C_1 và C_2 khi thử kéo các mẫu hàn liên kết chữ thập ứng với loại thép phải theo bảng 5.3.

Khi thử mẫu liên kết hàn giáp mối các thanh từ thép khác loại thì các giá trị C_1 và C_2 phải ứng với thép có độ bền cao hơn.

b) Giá trị ứng suất trung bình:

$$\sigma_{tb} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n}{n}$$

c) Biên độ giá trị ứng suất :

$$\omega = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$$

$\sigma_{\max}$ và $\sigma_{\min}$ - giá trị ứng suất lớn nhất và nhỏ nhất.

Bảng 5.1. Tương quan giữa số lượng tập mẫu của các mẫu kiểm tra ở lô tiếp theo với biên độ chỉ độ bền ω của các mẫu đã kiểm tra từ lô trước

Biên độ (ω) chỉ độ bền liên kết hàn và độ bền kéo kim loại cơ bản ở tập mẫu từ lô kiểm tra trước [KG/mm ²]	Số lượng tập mẫu của lô sau cần kiểm tra (chiếc) khi khối lượng tập mẫu của lô trước đã qua kiểm tra [chiếc]				
	2	3	4	5	6
0	2	2	2	2	2
1	2	2	2	2	2
2	2	3	3	3	3
3	2	3	4	4	4
4	2	3	4	5	5
5	3	3	4	5	5
6	3	3	4	5	6
7	3	3	4	5	6
8	4	4	4	5	6
9	4	4	4	5	6
10	5	5	5	5	6
11	5	5	5	5	6
12	5	5	5	5	6
13	6	6	6	6	6
14	6	6	6	6	6
15	6	6	6	6	6

Bảng 5.2. Ví dụ biên bản kiểm tra kết quả thử cơ tính liên kết hàn, các phần tử cốt thép và móng (không kể liên kết lưới từ thanh hàn trên máy hàn nhiều điểm)

Họ và tên thợ hàn: Ngày tiến hành: (Số của lô) Loại vật hàn: Đường kính loại cốt thép: Diện tích tiết diện ngang (mm ²):		ABC 20.11.92 Các thanh riêng lẻ Ø25.A-III 490		ABC 20.11.92 Các thanh riêng lẻ Ø25.A-III 490		ABC 20.11.92 Các thanh riêng lẻ Ø25.A-III 490		ABC 20.11.92 Các thanh riêng lẻ Ø25.A-III 490	
	N ^o mẫu	p	σ	p	σ	p	σ	p	σ
Kết quả thử :	1	33300	68	26000	53	30900	63	31900	65
tải trọng P _b [kG] :	2	31400	64	27400	56	31900	35	31400	64
ứng suất σ [kG/mm ²]	3	29.400	60	29400	60	32300	66	32300	66
	4	-	-	30.800	62	32800	67	29300	61
	5	-	-	-	-	32800	67	-	-
	6	-	-	-	-	32800	67	-	-
Kết quả tính [kG/mm ²]	Σσ	192		232		390		256	
	σ _{tb}	64		58		65		64	
	σ _{max}	68		62		67		66	
	σ _{min}	60		53		63		61	
	ω	8		9		4		5	
Kết quả kiểm tra:		đạt		làm lại		đạt		đạt	
Khối lượng tập mẫu tiếp theo :		4		6		4		4	
Người thử nghiệm		XYZ		XYZ		XYZ		XYZ	

Bảng 5.3. Giá trị tối thiểu về chỉ số bền của liên kết hàn (kG/mm²)

Ứng với phế phẩm		
Loại thanh cốt thép được thử	Giá trị nhỏ nhất C ₁	Giá trị trung bình C ₂
A-I	26	35
A-II	41	50
A-III	51	60
B-I	41	55
B _p -I	41	55
B-IV	80	90
A-V	90	100

IV. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG HÀN THEO QUI PHẠM LLOYD' (ANH)

Theo tiêu chuẩn ASME và BS (Anh), hãng Lloyd thực hiện kiểm tra chất lượng mối hàn theo 4 giai đoạn sau:

A- Kiểm tra vật liệu.

B- Đào tạo và sát hạch thợ hàn.

C- Sát hạch qui trình hàn.

D - Thanh tra trước khi hàn trong khi hàn và sau khi hàn.

A. Kiểm tra vật liệu kể cả phê chuẩn vật liệu hàn

Bước đầu tiên trong chế tạo là bảo đảm vật liệu cần hàn có chất lượng thích hợp. Hãng đang kiểm thực hiện kiểm tra chất lượng tất cả vật liệu tấm dùng trong chế tạo một kết cấu trong nhóm của nó. Ví dụ, các hãng thép sản xuất các chủng loại thép tấm cho tàu cần phải được cơ quan đăng kiểm phê chuẩn và phải thử nghiệm với sự có mặt của thanh tra viên của cơ quan đăng kiểm đối với các mẫu lấy từ một phần nhất định của sản phẩm đã hoàn thành.

Việc chuẩn bị mối hàn và các mối lắp ghép cần phải đúng và cẩn thận phù hợp với phương pháp hàn đang dùng. Nói chung cần phải giám sát một cách có hiệu quả các nguyên công trước khi hàn để quá trình hàn được tiến hành trong các điều kiện tối ưu.

Tương tự như vậy các vật liệu hàn như que hàn có thuốc bọc, dây và thuốc hàn và thiết bị hàn như máy và kim hàn phải có chất lượng đúng và ở trạng thái làm việc tốt. Các yêu cầu chủ yếu đối với kiểm tra chất lượng các vật liệu tiêu hao khi hàn sử dụng trong các kết cấu tàu được cho trong tài liệu "Quy định chế tạo, kiểm tra và chứng nhận vật liệu".

B. Đào tạo và sát hạch thợ hàn

Sát hạch thợ hàn được áp dụng trước hết đối với việc hàn tay và hàn máy khi mà tay nghề của người công nhân có ảnh hưởng tới kết quả cuối cùng của sản phẩm, thí dụ như hàn nhiều lượt bằng phương pháp hàn tự động dưới lớp thuốc.

Trong chế tạo tàu, trách nhiệm đối với việc chọn và huấn luyện thợ hàn thuộc về người chế tạo. Tuy nhiên, giám định viên phải chịu trách nhiệm đối với chất lượng của công việc và tin rằng các thợ hàn là những người giỏi chuyên môn. Do đó anh ta phải quan tâm tới phương pháp và các chi tiết cả trong việc huấn luyện thợ hàn và kiểm tra, duy trì trình độ chuyên môn. Hiện nay các quy định yêu cầu xưởng đóng tàu phải tuân theo các tiêu chuẩn quốc gia thích hợp trong việc kiểm tra và sát hạch thợ hàn.

Vì ý nghĩa của chất lượng vật hàn ngày càng tăng do đó có một xu hướng gia tăng tương ứng trong các quy phạm là yêu cầu kiểm tra khả năng của người thợ hàn. Ví dụ, các kiểm tra phê chuẩn đối với thợ hàn được quy định trong các quy phạm đối với chế tạo kết cấu nổi hơi, bình áp lực, đường ống cho công nghiệp hóa và công nghiệp dầu lửa, và trong công nghiệp chế tạo máy bay.

Trong nhiều quy phạm đối với nổi hơi và bình áp lực, tiêu chuẩn ASME và BS đòi hỏi kiểm tra sát hạch thợ hàn, và hãng Lloyd cũng yêu cầu kiểm tra thợ hàn một cách thường kỳ khi vấn đề liên quan tới các nổi hơi trong ngành hàng hải. Hãng Lloyd cũng yêu cầu công việc phải được thanh tra phê chuẩn, trên cơ sở đó có thể cho phép chế tạo các nổi hơi và bình áp lực loại 1, 2 hoặc 3. Loại 1 là loại cao nhất và bao gồm các bình lớn cho các công việc có đòi hỏi cao, trong khi đó loại 3 là loại thấp nhất, liên quan tới các tải trọng nhẹ.

Nhìn chung các tiêu chuẩn ứng dụng BS liên quan tới một trong hai tiêu chuẩn sát hạch thợ hàn.

Trong một số trường hợp việc phê chuẩn quy trình hàn không được yêu cầu từ lý do kỹ thuật hoặc lý do hợp đồng và khi đó tiêu chuẩn được sử dụng là:

BS 4872: Phần 1: 1982, "Kiểm tra phê chuẩn thợ hàn khi không có yêu cầu về phê chuẩn quy trình hàn".

Tiêu chuẩn này quy định rằng thợ hàn phải thực hiện một hoặc nhiều mối hàn kiểm tra từ bảng danh sách yêu cầu, theo đó chúng là đại diện duy nhất cho công việc của người đó. Bảng danh sách này bao gồm:

Các mối hàn giáp mối tấm mỏng; tấm được hàn chỉ từ một phía; các tấm được hàn từ hai phía; tấm được hàn lót từ phía sau; ống được và không được hàn lót từ phía sau; các mối hàn góc trên tấm dày, tấm mỏng

và các mối hàn góc trên ống có nối nhánh cho các ứng dụng trong kết cấu.

Với mỗi lần kiểm tra, tiêu chuẩn sẽ liệt kê các điều kiện kiểm tra và khả năng ứng dụng của nó. Các thí dụ tiêu biểu về kiểm tra mối hàn giáp mối tấm được hàn từ cả hai phía và mối hàn góc tấm được ghi trong phụ lục 1 và 2. Có thể thấy từ các biểu mẫu này việc phê chuẩn dùng que hàn có vỏ bọc bazơ cũng bao gồm phê chuẩn cho que hàn có vỏ bọc rutin, bởi vì yêu cầu đối với việc thao tác loại que hàn trước là cao hơn. Ngoài ra đối với mỗi tư thế hàn, chiều dày và loại liên kết được kiểm tra, cũng được phê chuẩn cả phạm vi cụ thể của tư thế hàn, chiều dày và loại liên kết.

Sau khi hoàn thành vật kiểm tra, phải kiểm tra bằng mắt, sau đó lấy mẫu từ các đoạn thô ở các vị trí kết thúc, bắt đầu hoặc ở mỗi chỗ phân nhánh hoặc sườn, để kiểm tra uốn hoặc kiểm tra phá hủy... (tùy theo loại mối hàn cần kiểm tra).

Nếu vật kiểm tra không thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn có thể kiểm tra lại hai lần nữa. Nếu một trong hai lần kiểm tra này không thỏa mãn thì thợ hàn bị coi là không thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn và không được huấn luyện tiếp tục. Công ty của người thợ hàn phải lưu giữ và duy trì đều đặn các biên bản thích ứng của mọi lần kiểm tra phê chuẩn từng thợ hàn. Phụ lục 3 cho thấy một biên bản loại như vậy.

Cần phê chuẩn lại thợ hàn nếu có một trong các điều sau:

a. Thợ hàn phải tiến hành công việc ngoài phạm vi đã được phê chuẩn.

b. Thợ hàn thay đổi hãng làm việc mà không chuyển giao các biên bản kiểm tra.

c. Thợ hàn thôi hàn từ 6 tháng trở lên.

d. Có lý do cụ thể để nghi vấn khả năng của thợ hàn.

Khi tiêu chuẩn ứng dụng yêu cầu phê chuẩn quy trình hàn thì dùng tiêu chuẩn BS 4871.

Phần 1: 1982: "Kiểm tra cho phê chuẩn thợ hàn làm theo quy trình hàn đã phê chuẩn". Nếu thợ hàn phải được phê chuẩn bằng việc kiểm tra như khi phê chuẩn quy trình hàn thì dùng BS 4870. Cụ thể: khi sự thay đổi trong qui trình hàn bắt buộc kiểm tra qui trình hàn thì cần phê chuẩn

lại thợ hàn trừ những trường hợp sau:

1. Thay đổi kim loại cơ bản trong nhóm thép cacbon hoặc nhóm thép hợp kim thấp với tổng lượng nguyên tố hợp kim ít hơn 6%, hoặc lượng crôm trong khoảng 11% ÷ 20% (thép không gỉ ferit), hoặc thay đổi kim loại cơ bản khi dùng kim loại mối hàn austenit hoặc hợp kim chứa nhiều niken.

2. Thay đổi thành phần kim loại đắp khi hàn bất kỳ thép nào trong phạm vi một trong các nhóm đó.

3. Thay đổi từ que hàn có vỏ bọc bazơ sang que hàn có vỏ bọc rutin.

4. Thay đổi việc phê chuẩn hàn ống trong các giới hạn nhất định.

5. Thay đổi từ hàn một phía không có hàn lót từ phía bên kia, sang hàn có hàn lót từ phía bên kia hoặc hàn từ hai phía.

6. Thay đổi nhiệt độ nung nóng sơ bộ.

7. Thay đổi nung nóng sau khi hàn.

BS4871 chỉ định rằng việc phê chuẩn thợ hàn theo liên kết hàn kiểm tra được hàn ở một trong các tư thế hàn cơ bản có thể cho phép phê chuẩn hàn ở những tư thế còn lại. Theo tiêu chuẩn này các tư thế hàn cơ bản là hàn sấp (D); hàn ngang (X); hàn đứng từ dưới lên (V_u); hàn đứng từ trên xuống (V_d) và hàn trần (O).

- Hàn sấp D tương ứng với vị trí không gian D ở góc $0^\circ \div 60^\circ$.

- Hàn ngang X tương ứng với vị trí không gian X ở góc $60^\circ \div 120^\circ$.

- Hàn đứng V_u ; V_d tương ứng vị trí không gian V ở góc $60^\circ \div 120^\circ$.

- Hàn trần O tương ứng với vị trí không gian O ở góc $120^\circ \div 180^\circ$.

Ngoài việc phê chuẩn thợ hàn theo liên kết hàn kiểm tra nghiêng một góc 45 độ so với phương hàn nằm ngang liên quan tới tư thế hàn trần và hàn đứng từ dưới lên sẽ bao gồm phê chuẩn cho mọi tư thế hàn trừ tư thế hàn đứng từ trên xuống.

Nếu "t" là chiều dày kiểm tra, thì khoảng chiều dày được phê chuẩn dao động theo "t" như sau:

a) $t < 1,6 \text{ mm}$ bao gồm: t cho tới 2t

b) $1,6 \leq t < 10 \text{ mm}$ bao gồm 1,6 mm cho tới 2t

c) $10\text{ mm} < t$ bao gồm 4,8 mm cho tới 2t.

Nếu "D" là đường kính ngoài của ống được kiểm tra thì khoảng đường kính được phê chuẩn là:

a) $D < 25\text{ mm}$ bao gồm D cho tới 25 mm

b) $25\text{ mm} \leq D$ bao gồm 0,5 D cho tới 2D

c) $168\text{ mm} \leq D$ bao gồm 89 mm trở lên.

Với các tiết diện rỗng hình chữ nhật, "D" là kích thước của cạnh nhỏ hơn.

Thợ hàn phải thực hiện mẫu kiểm tra hoặc các mẫu kiểm tra đại diện cho mỗi loại liên kết hàn liên quan tới quy trình hàn trong sản xuất, được chọn ưu tiên từ:

1. Liên kết hàn giáp mối của tấm hoặc ống, hoặc của cả hai.

2. Mối hàn góc của tấm.

3. Liên kết nhánh giữa hai ống tạo thành góc tối thiểu có trong sản xuất.

Các vật kiểm tra phải tương tự về chủng loại như đã mô tả trong BS 4872 và bao gồm vị trí bắt đầu/kết thúc của mỗi kiểm tra. Trong trường hợp hàn hồ quang tay việc bắt đầu lại phải được tiến hành bằng que hàn mới.

Nếu loại mối hàn sản xuất hoặc áp dụng không phải là những loại mẫu thử ở trên đại diện, thí dụ như hàn đắp, hàn nối ống mỏng thì thợ hàn phải làm một mẫu thử đặc biệt tương tự như loại mối hàn sản xuất về tất cả các phương diện như kích thước, độ cứng vững, hiệu ứng nhiệt, v.v. cũng như lớp phủ bề mặt.

BS 4871 yêu cầu mẫu thử phải được kiểm tra không phá hủy có bổ sung kiểm tra uốn và kiểm tra tế vi khi cần thiết, để hỗ trợ cho việc đọc các kết quả kiểm tra không phá hủy, hoặc khi vật liệu mẫu thử tương tự như vật liệu được dùng trong sản xuất, hoặc khi dùng phương pháp kiểm tra không phá hủy là không thể thì kiểm tra bằng cách lấy tổ chức thô đại, kiểm tra uốn và lấy mẫu phá hủy mối hàn góc như đã quy định trong tiêu chuẩn này.

Khi phải dùng cả hai phương pháp kiểm tra không phá hủy và kiểm

tra phá hủy cùng một vật thử thì đối với phê chuẩn thợ hàn: vật thử phải thỏa mãn các yêu cầu của cả hai phương pháp kiểm tra.

Nếu vật đem kiểm tra không phá hủy không đạt yêu cầu, có thể chuẩn bị và kiểm tra thêm một vật bổ sung. Nếu nó cũng không đạt yêu cầu thì phải tìm lý do và nếu đó là lý do luyện kim hoặc lý do ngoại lai, có thể lập lại kiểm tra một lần nữa. Tuy nhiên nếu lý do không đạt yêu cầu là do tay nghề của người thợ hàn thì người đó bị coi là không có khả năng đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này mà không cần phải tiếp tục huấn luyện.

Đối với việc kiểm tra phá hủy cũng như vậy, ngoài ra có thể lấy thêm hai vật kiểm tra bổ sung dùng cho trường hợp phải kiểm tra lập lại.

Theo tiêu chuẩn này, kiểm tra không phá hủy bao gồm kiểm tra bằng mắt (có thể hỗ trợ thêm bằng kiểm tra bột từ tính hoặc bằng chất lỏng thẩm xuyên), cộng với kiểm tra siêu âm hoặc là chụp bằng tia bức xạ, tùy thuộc vào thông số hình học của liên kết, vật liệu và các yêu cầu trong sản xuất.

Hãng chủ quản của thợ hàn cũng phải lưu giữ và duy trì đều đặn các biên bản thích ứng của tất cả các lần kiểm tra phê chuẩn từng thợ hàn. Trên phụ lục 4 và 5 giới thiệu các biên bản như vậy. Việc phê chuẩn tiếp tục có giá trị nếu cán bộ có trách nhiệm của hãng cho thấy nếu khi kiểm tra thợ hàn được làm việc theo qui trình này một cách liên tục phải chăng và tiếp tục tạo ra các mối hàn thỏa mãn yêu cầu như đã được kiểm tra bằng phương pháp kiểm tra không phá hủy.

C. Sát hạch quy trình

Quy trình hàn được thiết lập trước tiên bằng việc đưa ra các quy trình chi tiết của quy trình bằng văn bản. Sau đó quy trình này được sát hạch hoặc được chứng minh bằng cách thực hiện mối hàn kiểm tra quy trình. Điều này phải được tiến hành trong các điều kiện mô phỏng, những điều kiện thực trong sản xuất có tính tới các vật liệu, phương pháp và thông số được chỉ định. Liên kết hàn sau đó được kiểm tra về mức độ lạnh lẫn, cơ tính, tính dẻo và trong những trường hợp cần thiết là độ dai va đập, độ cứng và thành phần hóa học. Do đó có cơ sở cho việc viết thành các chỉ thị cho sản xuất hàn đã từng được cho là thỏa mãn các yêu cầu nhất định

hoặc trong nhiều trường hợp để thỏa mãn các yêu cầu của các thanh tra quy phạm.

Sẽ rất tốn kém nếu tiến hành kiểm tra quy trình mới đối với từng thay đổi nhỏ trong thành phần vật liệu, chiều dày, phương pháp hàn, v.v. do đó người ta thường dùng hệ thống phân nhóm. Ví dụ, vật liệu được chia thành các nhóm theo thành phần hóa học, theo đó chúng bao gồm các hợp kim có các đặc tính hàn tương tự. Việc kiểm tra tiến hành trên một kim loại từ một trong các nhóm được chỉ định được coi là có giá trị cho tất cả các hợp kim khác trong nhóm này. Tương tự, có các nhóm theo chiều dày kim loại, theo phương pháp hàn, tư thế hàn, v.v.

Phần IX của quy phạm ASME cho nồi hơi và bình áp lực đưa ra hệ thống phân nhóm chi tiết cho sát hạch quy trình hàn bình áp lực. AWS D1.1 cũng có một hệ thống tương tự cho hàn kết cấu thép, và BS 4870 cũng có hệ thống tương tự có tham khảo tiêu chuẩn BS 5500 (bình áp lực) và BS 2633 (công việc liên quan tới ống loại 1).

Sát hạch và thông qua các quy trình hàn tàu cũng theo cùng nguyên tắc trong các tiêu chuẩn tham khảo ở trên. Theo cách phân nhóm kim loại cơ bản nó được đơn giản hóa để việc sát hạch những thép chủng loại cao hơn cũng đồng thời công nhận các thép chủng loại thấp hơn. Sát hạch thép có độ bền cao hơn cũng bao trùm thép có độ bền thấp hơn với kỹ thuật là hàn nhiều lớp bằng hàn hồ quang tay, bán tự động hoặc hàn tự động trong khí bảo vệ, hàn tự động dưới lớp thuốc theo cách thông thường hoặc phương pháp hàn một phía có tấm lót. Khi dùng phương pháp hàn tự động có công suất nhiệt lớn tạo nên sự hòa tan lớp kim loại cơ bản vào kim loại mối hàn thì cần sát hạch riêng những thép đóng tàu có độ bền cao hoặc bình thường. Thí dụ, với kỹ thuật hàn 2 lớp (hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc hoặc dưới khí bảo vệ), hàn xỉ điện và hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ, phương pháp hàn một phía sử dụng ít hơn 3 lớp để hàn mối hàn giáp mối dày 20 mm (hoặc tương đương). Khi sát hạch chiều dày, kỹ thuật hàn nhiều lớp đã sát hạch trên tấm 20 mm sẽ thường được coi là chấp nhận trên tấm tới 40 mm. Đối với các phương pháp hàn có công suất lớn mà chiều dày lớn hơn 10% chiều dày đã kiểm tra sẽ được coi là chiều dày lớn nhất đã sát hạch. Khi quy trình phụ thuộc vào độ ngẫu nhiên trong kỹ thuật hàn hai lớp, chiều dày được kiểm tra là chiều dày lớn nhất đã sát hạch.

Điều cơ bản của kiểm tra quy trình là lập biên bản các thông số hàn

nhu dòng điện, số lớp hàn, kích thước và loại que hàn được dùng, và trong trường hợp hàn bằng máy là các thông số đã chọn trên máy. Các kiểm tra này thông thường được các thợ hàn lành nghề tiến hành dưới sự giám sát của kỹ sư hàn và tờ biên bản này là một phương tiện trong đó kết quả về kỹ năng và sự hiểu biết có thể được chuyển cho các thợ hàn và thanh tra viên có trình độ thấp hơn, đó là một bước cần thiết để kiểm tra chất lượng mối hàn.

Phụ lục 6 cho thấy các mục cần đưa vào biên bản cho yêu cầu kỹ thuật sát hạch quy trình hàn, và phụ lục 7, 8 cho thấy phương pháp ghi biên bản sát hạch quy trình hàn.

Nói chung cần kiểm tra hàn nếu có bất kỳ sự thay đổi nào như chỉ ra trên phụ lục 9 đối với quy trình hàn đã phê chuẩn.

Trong xưởng đóng tàu, cần phải làm các mẫu mối hàn và kiểm tra chúng trước khi bắt đầu hàn trong sản xuất nếu như thanh tra viên cho là cần thiết. Các kiểm tra quy trình hàn chủ yếu được coi là cần thiết khi một vật liệu mới như thép có độ bền cao hơn hoặc một phương pháp hàn mới được ứng dụng lần đầu tiên trong xưởng hoặc ứng dụng một chủng loại vật liệu hàn mới đã phê chuẩn, để chứng minh khả năng của xưởng hàn có thể tạo ra các mối hàn tốt.

Thí dụ, chất lượng hàn tự động có thể kém do thiết bị mòn hoặc hỏng và cần kiểm tra quy trình để phát hiện và sửa chữa chúng.

Kiểm tra quy trình của xưởng đóng tàu cần được tiến hành trên các tấm đại diện cho kim loại sẽ được dùng trong sản xuất theo cơ tính và chiều dày và với các điều kiện tương tự như các điều kiện sản xuất thực tế.

Thí dụ, nếu hàn sản xuất được tiến hành trên giàn tàu, phải mô phỏng độ nghiêng của đường trượt. Các hạn chế sự biến dạng gập trong sản xuất có thể được dùng trong trường hợp mối hàn giáp mối khi hàn các tấm dài xấp xỉ 600 mm và 300 mm ngang qua đuôi của liên kết hàn giáp mối trước khi kiểm tra. Địa điểm tiến hành kiểm tra cũng rất quan trọng. Cần nhớ rằng kiểm tra quy trình được tiến hành ở phòng thí nghiệm hoặc ở xưởng có thể không tương đương với các điều kiện trên tàu (ở đây có các yếu tố như nhiệt độ, gió, độ ẩm không khí, ...). Do đó các yếu tố này phải được chú ý trong kiểm tra quy trình.

Có các hướng dẫn về loại và phạm vi kiểm tra quy trình xưởng đóng

tàu cần cho các kim loại cơ bản, các phương pháp hàn và vật liệu hàn theo *Sổ tay thanh tra quy trình*. Hướng dẫn hiện hành cho thanh tra viên, phần 8, 1971. "Hàn tàu".

D. Thanh tra

1. Thanh tra trước khi hàn

Trước khi tiến hành hàn thanh tra viên phải:

- a. Hiểu biết về quy trình hàn sẽ dùng,
- b. Được cung cấp các bản vẽ kỹ thuật .
- c. Nếu cần, có hiểu biết về sát hạch thợ hàn.

Thanh tra hàn của xưởng và có thể thanh tra viên cần kiểm tra các mục sau:

1.1. Chuẩn bị mối hàn

Cần kiểm tra hình dáng, kích thước phù hợp với các số liệu đã cung cấp, sử dụng các dụng cụ đo tương ứng.

1.2. Độ sạch

Cần kiểm tra ngay trước khi hàn xem các cạnh hàn có sạch hay không kể cả vùng vật liệu lân cận. Không cho phép có gỉ, lớp ôxyt hoặc dầu mỡ. Càng sạch càng có cơ hội tạo nên ít phế phẩm do hàn gây ra. Người ta cho rằng một số vật liệu và phương pháp hàn có thể cho phép một lượng nhất định chất bẩn và gỉ, nhưng quan điểm này không phải lúc nào cũng có cơ sở và thanh tra viên vì thế phải bảo đảm rằng bề mặt của vùng hàn phải sạch. Người ta thấy rằng không phải tất cả các loại sơn và sơn lót đều dẫn tới rỉ khí trong mối hàn ở tất cả các kiểu mối hàn, nhưng sẽ an toàn hơn nếu chúng được tẩy sạch khỏi vùng hàn. Những chỗ cần sạch cần được mài hoặc dùng các biện pháp gia công cơ khác, chải bằng bàn chải hay là dùng dung môi tùy theo yêu cầu cụ thể.

Bề mặt và cạnh hàn cần được kiểm tra xem có bị tách lớp rộp hay là đóng vảy... hay không và cả những khuyết tật khác có thể dẫn đến việc hình thành khuyết tật hàn.

1.3. Lắp ráp

Ở đây cần sử dụng các thiết bị đo thích hợp để kiểm tra các phần tử lắp ráp sẽ hàn, bao gồm cả tấm lót xem có phù hợp với quy trình đã quy định hay không. Các yếu tố phải quan tâm hàng đầu là khe hở chân mối hàn và độ thẳng hàng.

1.4. Vật liệu hàn

Phải đối chiếu nhận dạng vật liệu hàn so với yêu cầu kỹ thuật và các điều kiện bảo quản phải được xác nhận là phù hợp với các khuyến cáo của các nhà sản xuất vật liệu hàn. Phần lớn vật liệu hàn bị ảnh hưởng xấu bởi độ ẩm. Bị ảnh hưởng độ ẩm nhiều nhất là các que hàn có vỏ bọc bazơ (ít hydro). Các dây hàn nhôm để hàn trong khí trơ có thể bị ảnh hưởng nghiêm trọng.

Mọi dây hàn và thanh hàn phải sạch, không có bẩn gỉ, dầu mỡ và ẩm. Phải dùng thước micromet để kiểm tra ngẫu nhiên đường kính của chúng.

1.5. Nung nóng sơ bộ

Khi điều này là cần, thanh tra viên phải soát lại xem các điều kiện quy định trong quy trình hàn có được áp dụng để tạo ra sự phân bố nhiệt độ thỏa mãn tại nơi và xung quanh liên kết hàn mà không ảnh hưởng tới việc tiếp cận mối hàn và năng suất của thợ hàn. Nhiệt độ phải được kiểm tra bằng phần nhiệt hoặc sơn nhiệt, hay là bằng can nhiệt hoặc hỏa kế.

2. Thanh tra trong khi hàn

Dùng mắt thường để kiểm tra các chi tiết khi đang hàn. Một số yếu tố cần xem xét là:

- a. Chuẩn bị liên kết hàn.
- b. Vát mép phía sau.
- c. Làm sạch giữa các đường hàn.
- d. Phương pháp hàn.
- e. Gỡ búa sau khi hàn.

Việc kiểm tra khe hở thích hợp và kiểu mối hàn phải được tiến hành trong quá trình hàn. Bằng cách này có thể kiểm tra mép hàn bằng mắt. Thanh tra xưởng hàn và thanh tra viên cần kiểm tra tại mọi thời điểm có thể.

Khi vát mép phía sau cần kiểm tra chân đường hàn đầu tiên đã vát mép bằng một phương tiện thích hợp cho tới kim loại lạnh hẳn trước khi hàn điền đầy. Hình dáng và bề mặt của mép hàn cần được nóng chảy hoàn toàn như cho phép.

Cần đảm bảo rằng, bằng cách đục, chải hoặc mài là tất cả xỉ đã được loại bỏ khỏi bề mặt kim loại mối hàn và cạnh mép hàn trước khi tiến hành hàn một lớp sau trên chúng.

Suốt quá trình hàn, thanh tra hàn hoặc thanh tra viên phải kiểm tra các thông số đã đặt trên máy hàn để đảm bảo rằng chúng là xác đáng và phải kiểm tra tính hiệu quả của chúng.

Nếu có quy trình gõ búa giữa các lớp hàn thì phải tiến hành khi kim loại mối hàn còn nóng, sử dụng các dụng cụ có đầu tròn để tránh nứt, tránh tạo vết cắt hoặc các vết kim loại biến dạng đè lên nhau.

Việc kiểm tra sản xuất trong khi thi công thường chỉ được quy định cho các liên kết hàn chịu tải trọng lớn hoặc ở nơi mà hậu quả của hư hỏng sẽ rất nghiêm trọng, thí dụ, trong việc chế tạo các đường ống hàn dài dưới nước, các ứng dụng trong ngành năng lượng hạt nhân, các bình áp lực và các kết cấu bể chứa để chuyên chở khí lỏng.

3. Thanh tra cuối cùng sau khi hàn

Mức độ kiểm tra phá hủy hoặc không phá hủy mối hàn phụ thuộc vào các nguy cơ đã biết hoặc dự đoán có thể dẫn tới việc phá hỏng và phụ thuộc cả vào truyền thống đã tích lũy trong ngành công nghiệp nào đó. Có thể đưa ra một hiểm nguy cho lò phản ứng nguyên tử, các phi thuyền, các kết cấu công nghiệp có chứa các liên kết hàn chưa khử ứng suất dư. Do đó trên thực tế phải tăng mức độ khắt khe của việc kiểm tra.

Mức độ thanh tra cũng có thể bị ảnh hưởng bởi bản chất của vật liệu. Ví dụ, thép hợp kim thấp dễ bị nứt trong mối hàn hoặc trong vùng ảnh hưởng nhiệt, do đó kiểm tra là phải tìm và định vị mọi vết nứt có thể có

tại đó. Phương pháp kiểm tra tất nhiên phải áp dụng cho cả vật liệu và các đặc trưng hình học của liên kết. Do đó phương pháp bột từ tính thường dùng để tìm khuyết tật bề mặt của các mối hàn thép có tổ chức ferit, lại không thể áp dụng cho thép có tổ chức austenit và các kim loại không phải sắt. Tương tự, chụp bằng tia bức xạ nói chung không thích hợp (và chỉ đôi khi mới được dùng) để kiểm tra các liên kết hàn góc. Khi chúng cần được kiểm tra người ta thường dùng các phương pháp khác.

Trong thực tiễn mức độ kiểm tra tối thiểu các mối hàn thường được quy phạm hay tiêu chuẩn cho kết cấu tương ứng quy định, hoặc do các yêu cầu kỹ thuật mà người mua hoặc đại diện của người đó đưa ra. Ngoài ra xưởng chế tạo có thể đặt ra các tiêu chuẩn kiểm tra cần tuân theo bất kể tới việc các cơ quan chức năng bên ngoài có yêu cầu thanh tra mối hàn hay không.

Hầu hết các kết cấu thép kể cả trong ngành đóng tàu chỉ có thể được thanh tra trên cơ sở duy trì tiêu chuẩn về tay nghề, mà có nghĩa trước hết là kiểm tra bằng mắt với việc kiểm tra tại chỗ quan trọng bằng phương pháp không phá hủy, thông thường là chụp bằng tia bức xạ.

Trong quá trình kiểm tra bằng mắt cần có điều kiện chiếu sáng tốt và phải thanh tra các khía cạnh sau khi đã hoàn thành mọi công việc hàn kể cả việc sửa chữa nếu có.

3.1. Làm sạch và sửa lại

Phải bảo đảm tất cả xỉ đã được loại bỏ bằng tay hoặc phương tiện cơ học, nếu không có thể phát sinh các khuyết tật. Tuy nhiên việc làm sạch không được che dấu các chỉ thị có thể cho thấy các thông tin quan trọng. Ví dụ, việc làm sạch bằng phun hạt sắt có thể làm kín các vết nứt nhỏ và các khuyết tật tương tự, làm cho chúng trở nên không nhìn thấy được. Dùng bàn chải sắt để làm sạch nhôm có thể làm lấp các vết nứt và làm cho chúng trở nên không nhìn thấy được cũng như không thể bị phát hiện bằng chất lỏng thấm xuyên. Việc làm sạch bằng cơ học hoặc hóa học có thể loại bỏ các chỗ biến màu mà thường là dấu hiệu quan trọng cho việc phát hiện các chỗ nhiễm bẩn nghiêm trọng. Trong các điều kiện như vậy thanh tra viên phải đòi hỏi trong phạm vi quyền của mình việc kiểm tra vật hàn trước mỗi lần xử lý.

Khi việc sửa lại bề mặt hàn là cần thiết thì thanh tra viên phải bảo đảm rằng việc mài không làm cho liên kết bị nung nóng quá mức, cũng như tránh các vết mài và bề mặt không đều. Trong trường hợp các mối hàn góc và các mối hàn giáp mối phải sửa lại cho phẳng hoặc nhẵn, cần bảo đảm rằng kim loại mối hàn nhô lên một cách thoải so với kim loại cơ bản mà không có các chỗ phẳng thấp hơn tới mức không chấp nhận được.

Việc sửa lại có thể được quy định trên bản vẽ vì lý do thiết kế, hoặc có thể cần để tạo điều kiện cho kiểm tra bằng một số phương pháp nhất định. Ví dụ, có thể xuất hiện các chỉ thị giả khi kiểm tra bằng bột từ tính trên bề mặt có các vết cắt hoặc thay đổi đột ngột tiết diện.

3.2. Độ ngẫu

Đối với các mối hàn giáp mối từ một phía, thanh tra viên phải kiểm tra toàn bộ liên kết về độ ngẫu xem có nằm trong phạm vi quy định của chuẩn chấp nhận hay không bằng cách dùng các thiết bị đo thích hợp và các hỗ trợ quang học hoặc các phương pháp khác nếu chúng là cần thiết (do khó tiếp cận vùng kiểm tra).

Đối với liên kết hàn giáp mối hàn từ hai phía, các mối hàn giáp mối không ngẫu hoàn toàn và các mối hàn góc thì độ ngẫu phải được kiểm tra bằng mắt sau khi hàn, nhưng chúng có thể đã được bao quát bằng kiểm tra bằng mắt khi hàn hoặc ở giai đoạn kiểm tra tức thời.

3.3. Hình dáng

Phải kiểm tra để hình dáng bề mặt và chiều cao kim loại mối hàn, nếu có, phù hợp với chuẩn chấp nhận, bằng cách dùng các thiết bị đo thích hợp.

Thanh tra viên phải kiểm tra để bề mặt mối hàn là đều đặn và các vết nhấp nhô đạt yêu cầu và có hình dáng thỏa mãn yêu cầu.

Cần lưu ý rằng hình dáng phụ thuộc vào loại vật liệu hàn đã dùng, vào kỹ thuật hàn và tư thế hàn.

3.4. Kích thước mối hàn

Cần kiểm tra xem kích thước mối hàn có như nhau trên toàn bộ liên

kết hay không và có đáp ứng các yêu cầu về kích thước trên bản vẽ hay không bằng cách dùng các thiết bị đo thích hợp.

Với các mối hàn giáp mối, thanh tra viên phải kiểm tra xem việc mối hàn có được điền đầy hoàn toàn hay không, nhưng nếu chiều rộng mối hàn lớn hơn quá nhiều so với chiều rộng trước khi hàn thì phải coi là mối hàn có nghi vấn.

Đối với mối hàn góc, có thể kích thước mối hàn không được ghi trên bản vẽ và phải tính toán để kiểm tra lại xem cạnh hàn hoặc chiều dày thực của mối hàn có đạt được hay không.

3.5. Cháy cạnh

Thanh tra viên phải kiểm tra kỹ càng chỗ chuyển tiếp của mối hàn để nhận dạng các vùng có các vết cắt hình thành do việc không điền đủ kim loại mối hàn vào các vùng đó nơi mà cạnh của kim loại cơ bản lại bị hồ quang nung chảy lại.

3.6. Kim loại phủ tràn

Thanh tra viên phải kiểm tra cẩn thận chỗ chuyển tiếp của mối hàn nơi nung nóng chảy không đủ và kim loại mối hàn phủ tràn lên kim loại cơ bản, do đó tạo nên một hiệu ứng vết cắt ngoài mong muốn. Không như hàn bằng tay kim loại phủ do hàn tự động thường đều đặn và trong một số trường hợp, ít rõ ràng hơn.

3.7. Các khuyết tật mối hàn

Thanh tra viên phải kiểm tra mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt bằng cách dùng các phương tiện quang học khi cần thiết đối với các khuyết tật nhô lên bề mặt. Mọi khuyết tật tìm thấy phải được kiểm tra lần nữa theo chuẩn chấp nhận hiện hành. Trong một số trường hợp kiểm tra bằng mắt không đủ để xác định toàn bộ mức độ của khuyết tật thấy được trên bề mặt và có thể cần phải dùng các phương pháp kiểm tra khác để đánh giá khuyết tật một cách toàn bộ. Không một quy phạm nào cho phép chấp nhận các vết nứt và do đó bất kỳ vết nứt nào nhận dạng được bằng mắt đều là các khuyết tật không chấp nhận được và phải loại bỏ hoàn toàn trước khi tiến hành bất cứ công việc hàn sửa chữa nào.

3.8. Nhiệt luyện sau khi hàn

Khi cần nhiệt luyện sau khi hàn cần kiểm tra xem các điều kiện quy định trong quy trình hàn có được áp dụng hay không để cho có thể đạt được tốc độ nung, thời gian giữ nhiệt và tốc độ nguội đúng. Nên dùng các cặp nhiệt để ghi lại nhiệt độ và vị trí của chúng phải được cân nhắc theo mức độ cần thiết cho việc đạt tới nhiệt độ cần thiết theo chiều dày và chiều dài của phần được hàn. Sau khi nhiệt luyện thường cần kiểm tra lại.

4. Biên bản thanh tra

Một điều quan trọng là phải lưu giữ các biên bản cho thấy mọi mục xác đáng của thanh tra bằng mắt ở mỗi giai đoạn đã được tiến hành. Các mối hàn đã được thanh tra và phê chuẩn phải được đánh dấu và nhận dạng một cách thích ứng.

Khi cần có biên bản vĩnh cửu bằng hình ảnh của mối hàn trong tình trạng như được kiểm tra thì phải chụp hoặc vẽ hoặc cả hai kể cả việc chỉ ra mọi khuyết tật một cách rõ ràng.

Trong một số trường hợp chỉ cần in lại dấu vết của mối hàn bằng chất dẻo. Có thể lưu giữ lại lâu dài hơn bằng cách dùng loại bột nhão hóa cứng bằng nhiệt độ.

5. Các thiết bị đo

Khi cần đo kích thước liên kết trước khi hàn, mối hàn hoặc khuyết tật, nên dùng các thiết bị riêng rẽ hoặc có phối hợp. Sau đây là một số thiết bị đó:

- Thước hoặc cạnh thẳng.
- Thước góc.
- Calip trong hoặc ngoài vecnê.
- Thước đo chiều cao hoặc chiều sâu.
- Dường đo hình dáng.
- Dường đo mối hàn góc.

Khi công việc có tính lặp lại thì nên ưu tiên dùng các đường kiểm tra prôphin và kích thước mối hàn trên cơ sở đạt/không đạt, đặc biệt khi chúng cho phép có thể đánh giá bằng cảm giác.

6. Kiểm tra không phá hủy

Trong tài liệu này không đề cập đến vấn đề này một cách cụ thể. Tuy vậy có thể nói rằng phạm vi và tầm quan trọng của kiểm tra không phá hủy các mối hàn ngày càng gia tăng cùng với việc cải thiện kỹ thuật và sự tin tưởng ngày càng cao vào các phương pháp này. Chụp bằng tia bức xạ còn được nhiều người coi là phương pháp tốt nhất và đáng tin cậy nhất cho kiểm tra các mối hàn giáp mối, đặc biệt với các khuyết tật bên trong. Kiểm tra bằng siêu âm ngày càng được dùng nhiều và có giá trị thay thế cho chụp bằng tia bức xạ. Với các vết nứt nằm trong thì siêu âm là phương pháp phát hiện đáng tin cậy duy nhất. Các vết nứt bề mặt được phát hiện ưu tiên bằng phương pháp bột từ tính với thép có tổ chức ferit, hoặc bằng kiểm tra bằng chất lỏng thấm xuyên cho mọi kim loại.

PHẦN PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1

KIỂM TRA MỐI HÀN GIÁP MỐI TẮM (hàn từ hai phía)

1. Phạm vi phê chuẩn và các điều kiện kiểm tra

Phạm vi phê chuẩn kiểm tra này ghi trong bảng 1 với điều kiện là phải thỏa mãn các điều kiện kiểm tra đã liệt kê.

2. Việc hàn đắp mối hàn kiểm tra

Đường hàn sau cùng ở mỗi phía của mối hàn kiểm tra phải được kết thúc và bắt đầu lại ở trong khoảng giữa chiều dài của nó một đoạn 50 mm.

Trong trường hợp hàn hồ quang tay việc lặp lại đường hàn phải được tiến hành bằng que hàn mới.

Phía sau của đường hàn đầu tiên phải được dũa rãnh bằng phương tiện thích hợp cho đến lớp kim loại hoàn chỉnh trước khi bắt đầu hàn từ phía dũa rãnh đó.

Bảng 1. Mối hàn giáp mối tấm (hàn từ hai phía)

Kim loại cơ bản Phương pháp hàn và vật liệu hàn	Điều kiện kiểm tra		Phạm vi phê chuẩn
	Được dùng cho công việc mà người thợ hàn sẽ hàn và phải được qui định phù hợp với qui phạm		
Tư thế hàn *	Phía thứ nhất	Phía bên kia	Các vật liệu, phương pháp hàn dùng cho kiểm tra từ trường hợp phê chuẩn dùng que hàn có vỏ bọc bazơ hoặc phê chuẩn cho que hàn vỏ bọc rutin
	Hàn sắp	Hàn trần	
	Hàn đứng từ dưới lên (1)	Hàn đứng từ dưới lên (1)	Hàn sắp, hàn trần và hàn ngang
	Hàn đứng từ dưới lên (1)	Hàn đứng từ dưới lên (1)	Hàn đứng từ dưới lên và hàn sắp
	Hàn ngang	Hàn ngang	Hàn đứng từ dưới lên, hàn ngang và hàn sắp
	Hàn đứng từ dưới lên (1)	Hàn đứng từ dưới lên (1)	Hàn đứng từ dưới lên, hàn ngang, hàn sắp và hàn trần
Chiều dày, t	Hàn trần	Hàn sắp	Hàn đứng từ trên xuống
	Hàn đứng từ trên xuống	Hàn đứng từ trên xuống	
	li nhất 6 mm, nhưng nhỏ hơn 12 mm		0,5t cho đến 2t
Loại liên kết	12 mm hoặc dày hơn		8 mm và dày hơn
	Giáp mối hình chữ X		Với tấm có khoảng chiều dày như trên: a) Mọi liên kết hàn giáp mối từ hai phía. b) Mọi liên kết hàn giáp mối một phía, nhưng được hàn từ hai phía có vật phía sau.

Chú thích: 1) Đối với hàn hồ quang bằng điện cực nóng chảy trong khí trơ, đường hàn chân có thể được thực hiện ở tư thế hàn đứng từ trên xuống dưới.

*) Nếu kết hợp các tư thế kiểm tra khác với tư thế đã qui định thì thợ hàn chỉ được phê chuẩn theo sự kết hợp đó.

PHỤ LỤC 2

KIỂM TRA MỐI HÀN GÓC TẮM

1. Phạm vi phê chuẩn và các điều kiện kiểm tra

Phạm vi phê chuẩn đối với kiểm tra này được ghi trong bảng 2 với điều kiện là thỏa mãn các điều kiện kiểm tra đã được phê chuẩn.

2. Thực hiện mối hàn kiểm tra

Mối hàn kiểm tra chỉ được thực hiện từ một phía của liên kết và có các cạnh mối hàn gần bằng nhau.

Đường hàn chân phải được dừng và lặp lại tại khoảng 75 mm cách một đầu. Trong trường hợp hàn hồ quang tay phải lặp lại bằng một que hàn mới.

Bảng 2. Mối hàn góc tẩm

	Điều kiện kiểm tra	Phạm vi phê chuẩn
Kim loại cơ bản, phương pháp và vật liệu hàn	Như đối với công việc mà người thợ hàn sẽ làm và phải được qui định phù hợp với qui phạm	Các loại vật liệu, phương pháp hàn và vật liệu hàn dùng cho kiểm tra trừ trường hợp phê chuẩn dùng que hàn có vỏ bọc bazơ bao gồm phê chuẩn cho que hàn vỏ bọc rutin
Tư thế hàn *	Hàn ngang	Hàn ngang và hàn sắp
	Hàn đứng từ dưới lên **	Hàn đứng từ dưới lên, hàn ngang và hàn sắp
	Hàn trần	Hàn trần, hàn ngang và hàn sắp
	Hàn đứng từ dưới lên ** và hàn trần (hai mối hàn kiểm tra)	Hàn đứng từ dưới lên, hàn trần, hàn ngang và hàn sắp.
	Hàn đứng từ trên xuống	Hàn đứng từ trên xuống
Chiều dày kim loại cơ bản, t. phải lớn hơn hoặc bằng cạnh mỗi hàn góc	Cạnh mỗi hàn ít nhất 6 mm, nhưng nhỏ hơn 12 mm	0,51 mm cho tới 21 mm
	Cạnh mỗi hàn góc 12 mm hoặc lớn hơn	8 mm và lớn hơn
Loại liên kết hàn	Liên kết chữ T	Đối với tẩm, mọi mối hàn góc có cạnh mỗi hàn trong khoảng trên.

* Nếu kết hợp các tư thế kiểm tra khác với tư thế đã quy định thì thợ hàn chỉ được phê chuẩn theo sự kết hợp đó.

** Đối với hàn hồ quang bằng điện cực nóng chảy trong khí trơ, đường hàn chân có thể được thực hiện ở tư thế hàn đứng từ trên xuống dưới.

PHỤ LỤC 3

Ký hiệu hoặc biểu tượng của hãng	Chứng chỉ kiểm tra phê chuẩn thợ hàn (BS 4872 - Phần 1-1982)		Biên bản kiểm tra số	
Tên của nhà chế tạo	Tên thợ hàn và số nhận dạng		Số phát hành	
Chi tiết của vật thử Phương pháp hàn : Kim loại cơ bản : Chiều dày : Loại liên kết : Đường kính ngoài của ống : Tư thế hàn : Tư thế vật thử : cố định/ quay			Ngày tháng kiểm tra:	
			Phạm vi phê chuẩn Phương pháp hàn : Phạm vi vật liệu : Phạm vi chiều dày : Loại liên kết : Phạm vi đường kính ngoài của ống :	
			Tư thế hàn : Vật liệu hàn : Ghi chú :	
			Chuẩn bị mối hàn (vẽ phác kích thước)	
Vật liệu hàn Kim loại phụ Mắc và chủng loại : Thành phần : Yêu cầu kỹ thuật : Kích thước Khi/ thuốc hàn bảo vệ Mắc và chủng loại : Thanh phan/ yêu cầu kỹ thuật :				
Các yếu tố khác (do thợ hàn lựa chọn)				
Kết quả kiểm tra Ghi là "chấp nhận", "không chấp nhận" (nếu lý do) hoặc "không cần đến"				
Kiểm tra bằng mắt				
Hình dáng mối hàn		Ngẫu (không lót từ phía bên kia)		
Cháy cạnh hoặc điện đẩy không hoàn toàn		Ngẫu (có lót từ phía bên kia)		
Độ nhẵn của mối nối		Khuyết tật bề mặt		
Kiểm tra phá hủy				
Kiểm tra tổ chức thô dai	Uốn bẻ	Uốn chân	Phá hủy mối hàn gốc	Phá hủy mối hàn giáp mối

Ghi chú

Các xác nhận trong chứng chỉ này là đúng. Mối hàn kiểm tra đã được chuẩn bị, hàn và kiểm tra phù hợp với các yêu cầu của BS 4872: Phần 1; 1982.

Đại diện của nhà chế tạo

Phía thanh tra có thẩm quyền hoặc trạm kiểm tra
(khi có)

Chức vụ

Người làm chứng

Ngày/tháng/năm

Ngày/tháng/năm

PHỤ LỤC 4

Ký hiệu hoặc biểu tượng của hãng	Chứng chỉ kiểm tra phê chuẩn thợ hàn (BS 4871 - Phần 1-1982)	Biên bản kiểm tra số		
Tên của nhà chế tạo	Tên thợ hàn và số nhận dạng	Số phát hành		
Quy trình hàn đã phê chuẩn số <i>Chú thích.</i> Kim loại cơ bản được dùng có thể khác với kim loại trong quy trình vừa phê chuẩn ở trên				
Chi tiết của vật thử Phương pháp hàn : Kim loại cơ bản : Chiều dày : Loại liên kết : Đường kính ngoài của ống : Tư thế hàn : Tư thế vật thử: cố định/ quay		Ngày tháng kiểm tra Phạm vi phê chuẩn Phương pháp hàn : Phạm vi vật liệu : Phạm vi chiều dày : Loại liên kết : Phạm vi đường kính ngoài của ống : Tư thế hàn : Vật liệu hàn : Ghi chú		
Vật liệu hàn <i>Kim loại phụ</i> Mác và chủng loại : Thành phần : Yêu cầu kỹ thuật : Kích thước <i>Khí/ thuốc hàn bảo vệ</i> Mác và chủng loại : Thành phần/ yêu cầu kỹ thuật :		Chuẩn bị mối hàn (vẽ phác kích thước)		
Các yếu tố khác (do thợ hàn lựa chọn)				
Kết quả kiểm tra Ghi là "chấp nhận", "không chấp nhận" (nếu lý do) hoặc "không cần đến" Kiểm tra không phá hủy				
Kiểm tra bằng mắt	Chụp tia bức xạ	Bảng siêu âm		
Kiểm tra phá hủy				
Kiểm tra tổ chức thô đại	Uốn chân	Uốn mặt	Uốn bên	Phá hủy mối hàn góc

Ghi chú

Các xác nhận trong chứng chỉ này là đúng khi mối hàn kiểm tra đã được chuẩn bị, hàn, và kiểm tra phù hợp với các yêu cầu của BS 4871: Phần 1: 1982

Đại diện của nhà chế tạo :

Phía thanh tra có thẩm quyền :

Chức vụ :

Người làm chứng :

Ngày/tháng/năm

Ngày/tháng/năm

PHỤ LỤC 6

BS 4870, Phần 1, 1981- Các yếu tố của các phương pháp hàn cụ thể.

Các chi tiết liên quan tới các mục ghi trong phụ lục này từ mục (a) đến (f) sẽ phải ghi vào biên bản cho các phương pháp hàn, cụ thể:

a) Hàn hồ quang tay

(1) Dòng xoay chiều hoặc một chiều và cực hàn.

(2) Cường độ dòng.

(3) Với hàn xung thời gian có xung, cường độ dòng xung, dòng cơ bản và điện áp cơ bản.

b) Hàn bằng điện cực nóng chảy trong môi trường khí trơ, dây hàn hoặc dây hàn lõi bột, kể cả dây hàn lõi bột cho hàn trong CO₂ hoặc không có khí bảo vệ.

(1) Khí bảo vệ và lưu lượng khí.

(2) Đường kính vòi phun khí.

(3) Điện áp hồ quang.

(4) Tốc độ xuống dây hoặc cường độ dòng hàn.

(5) Tắm với điện cực (hàn cơ giới hóa).

(6) Với hàn xung, thời gian có xung, cường độ dòng xung, dòng cơ bản và điện áp cơ bản.

c) Hàn bằng điện cực vonfram trong môi trường khí trơ

(1) Đường kính và loại điện cực vonfram.

(2) Khí bảo vệ và lưu lượng khí.

(3) Đường kính đầu ống phun.

(4) Dòng xoay chiều hoặc một chiều và cực hàn.

(5) Cường độ dòng hàn.

(6) Chiều dài hoặc điện áp hồ quang đối với hàn cơ giới hóa.

(7) Với hàn xung, thời gian có xung, cường độ dòng xung, dòng cơ bản và điện áp cơ bản.

d) Hàn hồ quang dưới lớp thuốc và hàn liên tục bằng que hàn có vỏ bọc, có hoặc không có khí CO_2 hay là thuốc hàn bảo vệ

(1) Số lượng và hình dáng dây điện cực và nối điện.

(2) Khí bảo vệ và lưu lượng khí.

(3) Tắm với điện cực.

(4) Dòng xoay chiều hoặc dòng một chiều và cực hàn.

(5) Cường độ dòng hàn.

(6) Điện áp hàn.

(7) đặc trưng nguồn hàn.

e) Hàn điện xỉ và hàn có điện cực tắm liên hợp

(1) Số lượng điện cực.

(2) Hình dáng tắm liên hợp.

(3) Chiều rộng dao động và thời gian đảo chiều điện cực.

(4) Cường độ dòng hàn (tốc độ xuống dây).

(5) Dòng xoay chiều hoặc một chiều và cực hàn.

(6) Điện áp và tốc độ nâng thẳng đứng.

(7) Chiều sâu bể xỉ.

f) Hàn khí

(1) Áp suất oxy.

(2) Khí chảy và áp suất của nó.

(3) Kích thước vòi phun đầu hàn.

(4) Đặc trưng ngọn lửa (oxy hóa, hoàn nguyên hoặc trung hòa).

PHỤ LỤC 7

Ký hiệu hoặc biểu tượng của hãng	Biên bản kiểm tra phê chuẩn quy trình hàn (BS 4870, Phần 1, 1981) Chi tiết của quy trình: №	Biên bản kiểm tra số
Tên của nhà chế tạo	Nơi kiểm tra Xưởng hoặc hiện trường	Quy trình của nhà chế tạo số (và số chính lý)

Phương pháp hàn : Loại liên kết hàn : Tư thế hàn : Tư thế vật kiểm tra : Chuẩn bị liên kết hàn (bản vẽ phác kích thước):				Kim loại cơ bản Yêu cầu kỹ thuật Nhóm vật liệu Kích thước vật kiểm tra Trình tự các đường hàn và kích thước hoàn chỉnh của mối hàn (vẽ phác)
Phương pháp chuẩn bị và làm sạch				Điều kiện hàn
Vật liệu hàn <i>Kim loại phụ</i> Mác và chủng loại : Thành phần : <i>Khí/ thuốc hàn bảo vệ</i> Mác và chủng loại : Thành phần : <i>Sấy khô</i>				Đường hàn số
				Kích thước
				Cường độ dòng hàn
				Điện áp hàn
				Cực hàn
				Tốc độ hàn
				Cực hàn
				Tốc độ hàn
				Tốc độ xuống dây
				Lưu lượng khí bảo vệ
				Làm sạch
Gia công phía bên kia				Nhiệt luyện sau khi hàn
	Nhiệt độ	Phương pháp	Khống chế	Yêu cầu kỹ thuật
Nung nóng sơ bộ				Phương pháp
Giữa các đường hàn				Khống chế
				Nhiệt độ lưu
				Thời gian lưu nhiệt độ
Người lập biên bản		Ngày tháng năm		Nhận dạng thợ hàn Họ tên Ký hiệu

Phạm vi phê chuẩn

Phạm vi vật liệu

Phạm vi chiều dày

Phạm vi đường kính

Ghi chú nếu có

PHỤ LỤC 8

Ký hiệu hoặc biểu tượng của hãng	Biên bản kiểm tra phê chuẩn quy trình hàn (BS 4870, Phần 1, 1981) Kết quả kiểm tra	Biên bản kiểm tra số
----------------------------------	---	----------------------

Ghi là "chấp nhận", "không chấp nhận" (nếu lý do) hoặc cho các kết quả bằng số

Kiểm tra không phá hủy						
Kiểm tra bằng mắt				Chụp tia bức xạ		
Kiểm tra bằng bột từ tính hoặc chất lỏng thấm xuyên				Kiểm tra bằng siêu âm		
Kiểm tra phá hủy						
Kiểm tra	Độ bền kéo	Giới hạn chảy	Độ dẫn dài tương đối	Độ co ngang tương đối	Chỗ gãy	Nhiệt độ kiểm tra
Đơn vị			%	%	-----	
Kéo ngang		-----	-----	-----		
Độ bền toàn mối hàn					-----	
Kiểm tra uốn					Kết quả gãy mối hàn góc	
Hướng	Đường kính ban đầu	Kết quả				
Chân/mặt/bên				1.		
Chân/mặt/bên				2.		
Chân/mặt/bên				3.		
Chân/mặt/bên				Kiểm tra tổ chức thô đại		
Chân/mặt/bên						
Dọc						
Đo độ cứng	Loại	Tải trọng	Vị trí đo độ cứng (vẽ phác)			
	Dải độ cứng					
Kim loại cơ bản						
Vùng ảnh hưởng nhiệt						
Mối hàn						
Kiểm tra độ dai va đập			Tiêu chuẩn áp dụng			
Vị trí và kích thước mẫu	Vị trí vết cắt	Nhiệt độ kiểm tra	Kết quả (kèm theo đơn vị)			

Kiểm tra bổ sung và các kết quả này là đúng. Mối hàn kiểm tra đã được chuẩn bị, hàn và kiểm tra phù hợp với các yêu cầu của BS 4870, Phần 1, 1981.

Đại diện của nhà chế tạo
Chức vụ
Ngày tháng năm

Phía thanh tra có thẩm quyền
Người làm chứng
Ngày tháng năm

PHỤ LỤC 9

CÁC THAY ĐỔI ẢNH HƯỞNG ĐẾN VIỆC PHÊ CHUẨN THỢ HÀN

Phải yêu cầu kiểm tra quy trình hàn khi có bất kỳ thay đổi nào dưới đây trong quy trình hàn đã phê chuẩn:

- a) Bất kỳ thay đổi nào về phương pháp hàn.
- b) Bất kỳ thay đổi nào về kim loại cơ bản hoặc đường kính ngoài của ống hoặc kích thước theo mức độ phê chuẩn ghi trong điều khoản 6 (Biên bản thanh tra).
- c) Bất kỳ thay đổi nào trong chi tiết chân mối hàn mà có thể ảnh hưởng tới quy trình hàn (khe hở, chiều cao chân mối hàn hoặc hàn lót từ phía sau), những thay đổi khe hở chân mối hàn hoặc chiều cao chân mối hàn không nhất thiết phải phê chuẩn lại.
- d) Khi kiểm tra độ dai va đập không cần thiết, sự thay đổi đến từ kỹ thuật hàn đứng từ trên xuống.
- e) Khi phải kiểm tra độ dai va đập, bất kỳ sự thay đổi nào trong tư thế hàn cơ bản (hàn sắp, hàn ngang, hàn đứng, hàn trần; xem định nghĩa ở BS 499, Phần 1). Mỗi tư thế hàn cơ bản phải được phê chuẩn riêng biệt, trừ khi quy trình hàn đã phê chuẩn dùng kỹ thuật hàn đứng từ dưới lên, hoặc phê chuẩn cho mọi tư thế hàn khác hoặc dùng kỹ thuật hàn đứng từ trên xuống.
- Chú thích:* trong trường hợp các mối hàn ống, cần phân biệt rõ ràng tư thế của ống và tư thế hàn vì tư thế của ống có thể bao gồm nhiều hơn một tư thế hàn.
- f) Bất kỳ thay đổi nào về kỹ thuật hàn (thí dụ, thay đổi từ phương pháp hàn đứng từ dưới lên sang phương pháp hàn đứng từ trên xuống).
- g) Mọi thay đổi về chủng loại que hàn, kim loại phụ, thuốc hàn hoặc khí bảo vệ.
- h) Mọi thay đổi về cỡ của que hàn dùng cho đường hàn chỉ hàn từ một phía.

i) Mọi thay đổi lớn hơn 1/3 cỡ của que hàn dùng cho đường hàn chân của mối hàn có hàn lót phía sau.

j) Mọi thay đổi loại dòng hàn, thí dụ, từ một chiều sang xoay chiều hoặc thay đổi cực hàn.

k) Mọi thay đổi nhiệt độ nung nóng sơ bộ trừ trường hợp tăng thêm nhiệt độ này không quá 100 °C.

l) Mọi thay đổi khoảng nhiệt độ nhiệt luyện sau khi hàn.

Mọi thay đổi về mức ký hiệu que hàn, việc sấy hoặc kích thước (khác với mục (h) hoặc (i) ở trên) của vật liệu hàn hoặc của khí bảo vệ và khí làm sạch phải được báo cho người mua. Theo thỏa thuận giữa các bên ký kết, có thể bỏ qua việc phê chuẩn lại những thay đổi đó.

Nếu không có bất kỳ thay đổi nào nêu trên thì quy trình hàn đã phê chuẩn sẽ vẫn có giá trị không giới hạn.

Chương 6

KỸ THUẬT AN TOÀN TRONG HÀN

1. Kỹ thuật an toàn cho hàn khí

Những người được phép thực hiện các công việc hàn khí phải từ 18 tuổi trở lên và phải có chứng nhận đủ sức khỏe, qua đào tạo chuyên môn và thi đạt yêu cầu đối với thợ hàn khí.

CẤM tiến hành các công việc hàn ở những chỗ cao hơn mặt đất 1 mét mà không có che chắn hoặc ở chỗ không có chiếu sáng hoặc ở các chỗ tối. **CẤM** hàn ngoài hiện trường ở trong rừng trong thời điểm có dông bão, sương mù, gió mạnh từ cấp 6 trở lên.

CẤM bố trí bộ điều chế axetylen di động ở những chỗ có người và những chỗ không có chiếu sáng và những chỗ có bốc hơi các chất tạo với axetylen thành hỗn hợp dễ cháy nổ.

Phải đặt các bình chứa khí cách các chỗ hàn và các nguồn nhiệt khác có ngọn lửa hở một khoảng cách ít nhất là 10 m, cách các lò sưởi ít nhất là 1 m.

Những điều cấm khi thao tác các chai ôxy:

- + Cấm dùng tay có dính mỡ.
- + Cấm mang vác bằng tay hoặc lăn chai đi.
- + Cấm tháo nắp chai bằng búa đập và đục.
- + Cấm sử dụng các chai bị nứt, bị hỏng (bị móp, sút mé...).

Việc nâng chai chứa khí lên cao được tiến hành trong các thùng chứa đặc biệt. Cấm mang vác chai chứa khí lên thang hoặc thang xếp.

Cẩn tránh tia nắng trực tiếp vào chai trong mùa hè.

Khi nạp và tháo các thùng chứa cacbit canxi, cấm vút ném từ trên cao. Mở thùng chứa cacbit canxi bằng dụng cụ đặc biệt, đồ gá đặc biệt

không có khả năng gây ra tia lửa. Cấm di chuyển cacbit canxi trong các thùng hở.

Yêu cầu trước và trong khi tiến hành công việc hàn.

Thợ hàn khí phải thực hiện:

- + Loại bỏ các vật liệu dễ bốc lửa.
- + Kiểm tra độ kín và bền của các chỗ nối dây dẫn khí.
- + Kiểm tra nước trong van an toàn tới mức qui định.
- + Kiểm tra mức độ bảo đảm của mỏ hàn, van giảm áp và các ống dẫn.
- + Xác định mức độ an toàn của các ren nối các van.

Trước khi nối van giảm áp vào chai ôxy, thợ hàn khí phải:

- + Đứng ở phía bên kia hướng của dòng khí đi ra khỏi chai.
- + Chắc chắn về việc không còn dấu vết dầu mỡ nào.

Cấm các điều sau:

- + Cấm tháo và lắp các van của chai.
- + Cấm dùng các chai có ren hở khí.

Các ống dẫn ôxy phải được đặt cách các dây dẫn điện ở khoảng cách không nhỏ hơn 0,5 m và cách các ống dẫn axetylen và các khí khác ít nhất 1 m.

+ Chỗ đặt bình điều chế phải được chắn xung quanh và treo biển có ghi "cấm lửa" hoặc "cấm đem lửa tới".

+ Cấm để bình điều chế và chai có chứa khí không có bảo vệ gác khi đang hàn. Khoảng cách giữa các chai có ôxy và bình điều chế phải lớn hơn hoặc bằng 5 m.

Những điều cấm khi dùng bình điều chế axetylen.

+ Cấm dùng một bình điều chế di động để cấp axetylen cho từ 2 vị trí hàn trở lên.

+ Cấm nạp cacbit canxi có cỡ hạt nhỏ hơn quy định trong hồ sơ kỹ thuật của bình.

+ Cắm đặt bình ở các chỗ hàn hoặc cách chỗ nguồn lửa hoặc nguồn tia lửa dưới 10 m.

+ Cắm thợ hàn khí sửa chữa mỏ hàn (mỏ cắt) và các van giảm áp khác. Cắm lấy oxy khỏi chai khí áp suất trong chai nhỏ hơn 0,5 atm. Van nước phải có mức nước không đổi.

Mức nước đó phải được kiểm tra không ít hơn 3 lần trong một ca khi ngắt khí.

+ Cắm thợ hàn khí đem mỏ hàn đang cháy ra khỏi vị trí công tác.

Khi gián đoạn công việc hoặc khi chuyển từ chỗ này sang chỗ khác phải dập lửa mỏ hàn.

Chỗ rò khí ở ống dẫn cao su hoặc ở bình điều chế phải được xác định bằng nước xà phòng.

+ Cắm hàn khí ở trên các thang dựng.

+ Cắm hàn và cắt các bể chứa, ống dẫn đang chịu áp lực.

Hàn và cắt bao bì chứa các chất cháy hoặc axit chỉ được tiến hành sau khi đã làm sạch, rửa và thổi hơi nước ở chỗ thoáng.

+ Cắm đồng thời hàn khí, cắt khí và hàn điện trong bể chứa, bình chứa. Thợ hàn khí làm việc bên trong bể chứa phải được sự hướng dẫn đặc biệt về kỹ thuật an toàn, được trang bị mặt nạ thở và dây an toàn lắp vào tời kéo từ bên ngoài.

Chỗ làm việc của thợ hàn khí phải có các dụng cụ dập lửa (dập bằng axit cacbonic).

Sau khi kết thúc công việc, cần dập mỏ hàn. Trước hết đóng van axetylen, sau đó đóng van oxy trên mỏ hàn. Sau đó xả axetylen ra khỏi bình điều chế, tháo nước, tháo bã cacbit và đem đến chỗ chứa riêng, rửa sạch giỏ cacbit.

Bình điều chế, chai oxy có nắp lắp vào và cacbit canxi chưa dùng đến (trong thùng hồ) phải đem đến chỗ chứa đặc biệt.

Vị trí đặt bình điều chế khi làm việc phải được thông gió cẩn thận.

Kiểm tra chỗ làm việc, khi cần phải đổ nước vào các vật tóe lửa.

Đem các dụng cụ, đồ gá đi và xếp chúng ngăn nắp.

2. Kỹ thuật an toàn cho hàn hồ quang tay và hàn tự động dưới lớp thuốc

Đối với thợ hàn điện, ngoài yêu cầu phải có quần áo bảo hộ thích hợp kể cả giày, phải có mặt nạ có kính lọc màu tương ứng.

Cho phép dùng dây dẫn nối vào vật hàn là các thanh thép có prôphin bất kỳ nhưng có tiết diện ngang không nhỏ hơn 25 mm^2 (hoặc các ống thép).

Công việc hàn phải tiến hành cách xa các vật liệu dễ bốc cháy hoặc dễ cháy nổ một khoảng ít nhất 10 m (cách các thùng nhiên liệu, chai chứa khí, bình điều chế axetylen). Trước khi bắt đầu công việc cần phải kiểm tra sự chắc chắn của kìm hàn, độ tin cậy của các phần cách điện ở tay cầm kìm hàn, sự thích hợp của các mặt nạ có kính bảo vệ và tình trạng cách điện, sự tiếp xúc chỗ nối các dây dẫn và sự nối đất của thân máy hàn.

Đóng mạch điện, ngắt máy hàn và sửa chữa chúng phải do thợ điện tiến hành.

Trong trường hợp xuất hiện sai sót trên máy hàn, dây dẫn hàn, kìm hàn hoặc mặt nạ, cần dừng công việc.

Cấm hàn ngoài trời khi có mưa và dông bão.

Cấm thợ hàn điện làm các việc sau:

+ Để kìm hàn có điện mà không có giám sát.

+ Cho các cá nhân không liên quan tới công việc hàn vào các khu vực tiến hành công việc hàn (khoảng cách 5 m trở xuống).

+ Đưa các cá nhân giúp việc vào mà không được trang bị kính có phin lọc ánh sáng (cho công việc hàn trong xưởng và ngoài trời).

Khi tiến hành công việc hàn trên cao, thợ hàn phải có chứng nhận y tế về khả năng thích hợp với công việc trên cao.

Trước khi tiến hành các công việc hàn trên cao, thợ hàn phải được thợ cả hướng dẫn việc dùng dây bảo hiểm và các biện pháp khác. Không được hàn khi đang đứng trên thang dựng.

Hàn khi sửa chữa các thùng chứa và các bể chứa khác dùng chứa các chất từ dầu hỏa, chỉ được phép sau khi đã rửa kỹ chúng bằng nước nóng

và hơi nước hoặc thổi khí trơ. Khi hàn vá các thùng như vậy, tất cả các lỗ phải được để hở.

Công việc hàn bên trong các bể chứa và thùng chứa phải được bảo đảm có thông gió đủ tin cậy cho chỗ làm việc.

Thợ hàn phải dùng dây an toàn do một người giúp việc giữ một đầu và đứng ở bên ngoài.

Nếu không thể bảo đảm sự thông gió cần thiết, khi người lãnh đạo cho phép có thể tiến hành hàn với các phương tiện bảo vệ cá nhân thích ứng (thở bằng không khí dẫn vào vùng thở của thợ hàn).

Ngoài ra khi hàn trong các bể chứa bằng thép, thợ phải dùng các phương tiện bảo hộ cách điện (cao su, v.v.).

Khi hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc cần tiến hành thêm các biện pháp an toàn sau:

- + Thuốc hàn phải sạch và khô, khi thao tác bằng tay với thuốc hàn phải đeo găng tay.

- + Khi hàn có dùng thuốc hàn chứa hợp chất fluor và khi hàn kim loại màu, đặc biệt ở nơi kín thì cần thông gió.

3. An toàn khi sử dụng máy phát hàn chạy bằng máy nổ

a) Để loại trừ việc quay động cơ máy nổ với tốc độ cao ở mức nguy hiểm gây tai nạn, trước khi đóng máy phát hàn, cần kiểm tra:

- Sức căng của dây đai (dây cuaroa) của quạt gió và bộ điều chỉnh số vòng quay. Khi làm căng dây đai giữa các puli máy phát và quạt gió, mức độ võng của chúng không được nhiều hơn $12 \div 15 \text{ mm}$ và giữa các puli quạt gió và bộ điều chỉnh vòng quay là $10 \div 12 \text{ mm}$.

- Độ tin cậy của dây đai.
- Việc nối thanh dẫn của bộ điều chỉnh vòng quay của động cơ nổ.
- Mức độ chính xác và bảo đảm của bộ điều chỉnh tốc độ vòng quay.
- Khả năng làm việc của quạt gió và bơm nước.

Tuyệt đối cấm làm việc với máy phát hàn khi dây đai yếu, bộ điều chỉnh tốc độ hóc hỏng, hệ thống quạt gió và trục bơm nước yếu.

Bảng 6.1. Tai nạn trong hàn hồ quang và biện pháp phòng tránh

Nguyên nhân		Tai nạn		Biện pháp phòng tránh	
Nguyên nhân	Ví dụ thực tế	Tai nạn	Ví dụ thực tế	Biện pháp chung	Biện pháp thực tế
Điện	1. Điện áp nguồn 200V - 220V 2. Điện áp thứ cấp 65V hoặc 95V	Điện giật	1. Chết do điện giật 2. Ngã từ trên cao do điện giật	Tránh bị điện giật	1. Cách điện hoàn toàn giữa thợ hàn và máy hàn 2. Cách điện, nối đất hoàn hảo. 3. Bảo trì máy hàn thường xuyên. 4. Cách điện dây dẫn và kẹp hàn. 5. Cách điện cho thiết bị tạo điện áp.
Tia hồ quang	Ánh sáng mạnh, tia cực tím và tia hồng ngoại sinh ra từ hồ quang trên 6.000°C	Bị bỏng	Hại mắt, bỏng da do các tia hồ quang, ngọn lửa	Che chắn các tia này	Che chắn bằng kính và quần áo bảo hộ, dùng găng tay hàn.
Khói, khí độc	1. Bụi các hạt kim loại 2. Khí CO ₂ , khí trơ	1. Đau đầu 2. Triệu chứng thiếu oxy	1. Sốt và đau đầu do bụi và các hạt kim loại 2. Khó thở do thiếu oxy	Thông gió	1. Thông gió toàn bộ khu vực hoặc tại nơi hàn 2. Sử dụng mặt nạ hàn
Tia lửa	Văng tóe khi hàn hồ quang	1. Bị bỏng 2. Cháy 3. Nổ	1. Bị bỏng da 2. Hỏa hoạn, 3. Nổ các khí dễ nổ	1. Che chắn 2. Loại bỏ triệt để các chất khí dễ cháy để cháy	1. Che chắn dùng quần áo bảo hộ và bao tay. 2. Loại bỏ mọi chất dễ cháy 3. Loại bỏ mọi khí dễ cháy nổ

b) Không được dùng các máy phát hàn thiếu vỏ bọc bảo vệ bộ phận phát hàn.

c) Để ngăn ngừa xăng rơi vào chổi than của máy phát hàn và ngăn ngừa sự cháy xảy ra phải:

- + Đổ xăng vào máy khi động cơ không làm việc. Sau khi đổ xăng phải lau sạch chỗ xăng vãi ra.

- + Theo dõi để xăng không rò rỉ ra khỏi thùng chứa và các ống dẫn. Để kiểm tra mức nhiên liệu cần dùng thước thăm mức xăng.

- + Không được đưa ngọn lửa lại gần thùng xăng, khi có bốc lửa phải dập bằng đất, cát.

Các tai nạn thường xảy ra khi hàn hồ quang tay và biện pháp phòng cháy có thể tóm tắt ở bảng 6.1.

Chương 7

ĐỊNH MỨC TIÊU HAO VẬT LIỆU HÀN

1. Tính toán định mức tiêu hao vật liệu hàn (que hàn, dây hàn cho hàn hồ quang điện, hàn điện xỉ và hàn đắp)

Định mức tiêu hao H_E (kg) của que hàn và dây hàn cho chi tiết hàn được xác định theo chiều dài mối hàn l_h (m) và định mức tiêu hao đơn vị G_E (trên 1 mét mối hàn) được xác định bằng công thức:

$$H_E = F_c \cdot l_h \quad (1)$$

Trong đó định mức tiêu hao đơn vị được tính theo công thức sau:

$$G_E = k_p \cdot m_H \quad (2)$$

$$m_H = \rho \cdot F_H \cdot 10^{-3} \quad (3a)$$

Ở đây: m_H - khối lượng kim loại nóng chảy tính toán (kg/m).

k_p - hệ số tiêu hao que hàn, dây hàn.

ρ - khối lượng riêng của kim loại nóng chảy (g/cm³).

F_H - diện tích tiết diện của kim loại nóng chảy của mối hàn (mm²) (bảng 7.1).

Với hàn hồ quang điện, kích thước của các mối hàn trên chi tiết hàn sẽ căn cứ vào các tiêu chuẩn hoặc theo các bản vẽ thiết kế, ví dụ, đối với hàn điện xỉ các bộ phận kết cấu cơ bản của liên kết hàn được lấy theo chỉ dẫn tiêu chuẩn.

Hệ số tiêu hao khi hàn bằng que hàn:

$$k_p = k_o \cdot k_a \cdot k_u \quad (3b)$$

Ở đây: k_o - hệ số mất mát tính toán của que hàn trên phần kẹp, phần

cháy phân tán (bảng 7.2).

k_n - hệ số khối lượng tính toán của thuốc bọc :

$$k_n = 1 + 0,9k \quad (4)$$

$$k = \frac{m_E - m_{cm}}{m.l_o} \quad (5)$$

trong đó: k - hệ số khối lượng bọc (bảng 7.16 ÷ 7.20)

m_E - khối lượng lõi que trên toàn bộ chiều dài (g);

l_o - chiều dài của phần kẹp (cm).

m - khối lượng 1cm dây hàn (g/cm) (bảng 7.3 và 7.4).

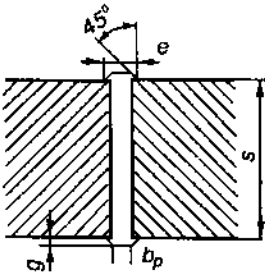
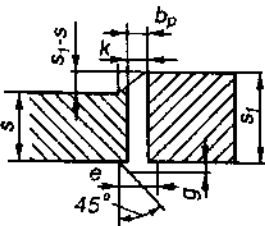
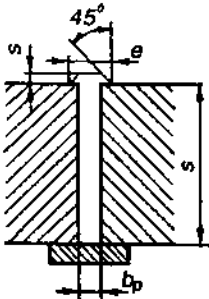
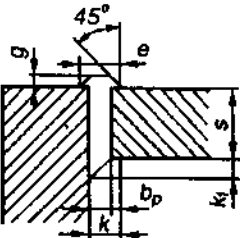
k_y - hệ số tổn thất tính toán của kim loại que hàn.

$$k_y = \frac{1}{1 - \psi} \quad (6)$$

Ở đây: ψ - hệ số mất mát đặc trưng cho sự mất mát kim loại que hàn do sự cháy, bắn tóe và ôxy hóa. Giá trị của hệ số mất mát này được tính toán theo công thức (3b) cho các loại que hàn sản xuất theo ngành, cơ sở và được tham khảo trong các bảng 7.16 ÷ 7.20.

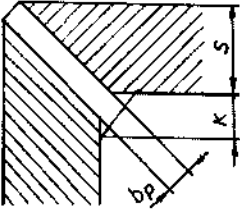
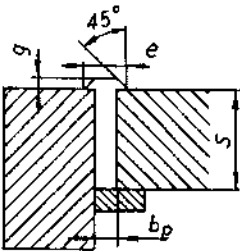
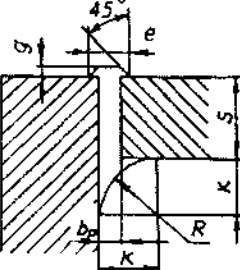
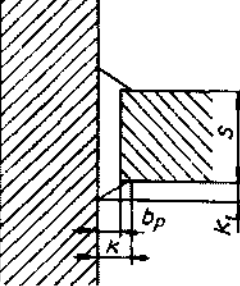
Hệ số tiêu hao k_p khi hàn dưới lớp thuốc hoặc hàn điện xỉ được tính toán theo mất mát vật liệu điện cực (dây, tấm), ở phần đầu máy và phần kẹp trên máy, v.v... Khi tính cho hàn tự động và hàn điện xỉ hệ số k_p được lấy là 1,02 và cho hàn bán tự động là 1,03 [12] (bảng 7.5a - hệ số k_p cho hàn trong môi trường khí bảo vệ).

Bảng 7.1. Diện tích tiết diện hàn F_H

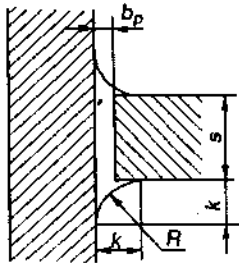
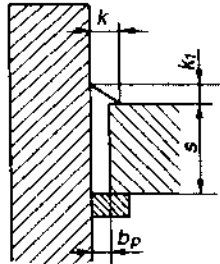
Tiết diện ngang mối hàn	Ký hiệu liên kết	Công thức
	gm-G	$F_H = Sb_p + 2eg - 2g^2$
	gm1	
	gm2	$F_H = sb_p + eg - g^2 + \frac{1}{2}k(s_1 - s)$
	gm3	$F_H = sb_p + eg - g^2$
	g-F	$F_H = sb_p + eg - g^2 + \frac{1}{2}kk_1$
	g1	

gm - liên kết hàn giáp mối theo ký hiệu Việt Nam; G - liên kết hàn giáp mối theo ký hiệu AWS; g - liên kết hàn góc theo ký hiệu Việt Nam; F - liên kết hàn góc theo ký hiệu AWS; T - liên kết hàn chữ T theo ký hiệu Việt Nam.

Tiếp bảng 7.1.

Tiết diện ngang mối hàn	Ký hiệu liên kết	Công thức
	g2	$F_H = 1,4lsb_p - \frac{1}{2} b_p^2 + \frac{1}{2} k^2$
	g3	$F_H = sb_p + eg - g^2$
	g4	$F_H = sb_p + eg - g^2 + 0,29k^2$
	T1	$F_H = sb_p + kk_1$

Tiếp bảng 7.1.

Tiết diện ngang mối hàn	Ký hiệu liên kết	Công thức
	T2	$F_H = sb_p + k^2 \cdot 0,42k$
	T3	$F_H = sb_p + \frac{1}{2}kk_1$

Bảng 7.2. Hệ số k_0 cho que hàn có chiều dài chuẩn [8]

Chiều dài (mm)		$K_0 = \frac{l_E}{l_C}$	Chiều dài (mm)		$K_0 = \frac{l_E}{l_C}$
Que hàn l_E	Phần chảy của que hàn l_C		Que hàn l_E	Phần chảy của que hàn l_C	
225	175	1,28	350	300	1,17
250	200	1,25	400	350	1,14
300	250	1,20	450	400	1,12

Ghi chú: Khi xác định k_0 chiều dài thường lấy bằng 50 mm.

Bảng 7.3. Khối lượng 1 cm dây thép điện cực (g) [8]

Đường kính dây (mm)	m (g)	Đường kính dây (mm)	m (g)
1,0	0,06	4,0	0,99
1,2	0,09	5,0	1,54
1,6	0,16	6,0	2,22
2,0	0,25	8,0	3,95
2,5	0,38	10,0	6,17
3,0	0,55	12,0	8,88

Bảng 7.4. Khối lượng lõi thép que hàn (g) [8]

Chiều dài lõi (mm)	Đường kính lõi và sai lệch theo đường kính (mm)											
	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12		
	-0,06				-0,08				-0,10			
225	3,55-3,3	5,56-5,25	8,67-8,27	12,47-11,97	-	-	-	-	-	-	-	-
250	3,94-3,65	6,17-5,82	9,64-9,2	13,85-13,3	-	-	-	-	-	-	-	-
300	-	7,3-6,88	11,52-11	16,62-15,87	29,6-28,4	-	-	-	-	-	-	-
350	-	-	13,47-12,83	19,4-18,6	34,5-33,1	54-52,4	77,6-75,5	138-134,5	216-211	310,3-302	-	-
400	-	-	-	-	39,43-37,9	61,7-59,9	88,8-86,5	158-154	246,2-240,3	354,4-347,8	-	-
410	-	-	-	-	44,4-42,6	69,3-67,2	99,8-97,2	177,5-173	277-270,2	399-391	-	-
450	-	-	-	-	-	69,4-67,3	100-97	177,5-173	278-273	400-390	-	-

Bảng 7.5a. Hệ số k_p khi hàn trong môi trường khí bảo vệ

Phương pháp hàn	k_p
Hàn điện cực không nóng chảy trong môi trường khí trơ với kim loại bổ sung:	
- Bằng tay	1,1
- Tự động	1,02
Hàn tự động và bán tự động điện cực nóng chảy trong môi trường khí trơ, trong hỗn hợp khí trơ và khí hoạt tính (75%Ar + 25% CO ₂)	1,05
Hàn tự động và bán tự động trong môi trường khí cacbonic (CO ₂); hàn tự động trong hỗn hợp (50% Ar + 50% CO ₂)	1,15
Hàn thép không gỉ tấm mỏng với hỗn hợp khí (50% Ar + 50% CO ₂) hàn thép tấm mỏng ($\delta < 30$ mm) trong khí CO ₂	1,05

2. Thuốc hàn để hàn hồ quang, hàn điện xỉ và hàn đắp

Định mức tiêu hao thuốc cho sản phẩm hàn H_{th} được xác định theo tiêu hao dây hàn trên sản phẩm H_E .

$$H_{th} = k_{th} \cdot H_E \quad (7)$$

Ở đây: k_{th} - hệ số phụ thuộc tỷ lệ khối lượng thuốc chảy và khối lượng dây hàn; chúng phụ thuộc vào loại mối hàn và phương pháp hàn (bảng 7.5b).

Giá trị k_{th} cho liên kết hàn điện hồ quang là $k_{th} = 2,7 \div 3$ và khi hàn điện xỉ là $k_{th} = 0,05 \div 0,1$.

Bảng 7.5b. Hệ số k_{th} khi hàn dưới lớp thuốc và hàn điện xỉ [12]

Phương pháp hàn	Mối hàn liên kết giáp mối và góc		Mối hàn liên kết có và không có vát mép
	Không vát mép	Có vát mép	
Tự động	1,3	1,2	1,1
Bán tự động	1,4	1,3	1,2

3. Khí bảo vệ để hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ

Định mức tiêu hao khí bảo vệ cho sản phẩm H_g (lít) được xác định theo công thức sau [3]:

$$H_g = Q_g l_h + Q_{ph} \quad (8)$$

Ở đây: Q_g - định mức tiêu hao trên 1 m mỗi hàn (lít).

l_h - chiều dài mỗi hàn (m).

Q_{ph} - tiêu hao phụ của khí trong các nguyên công chuẩn bị, kết thúc như: điều chỉnh trước khi hàn, khí bảo vệ điện cực vonfram khỏi sự ôxy hoá khi hàn...

Định mức tiêu hao khí được xác định theo công thức:

$$Q_g = q_g t_o \quad (9)$$

trong đó: q_g - tiêu hao tối ưu khí bảo vệ (chỉ trên đồng hồ đo) (lít/phút).

t_o - thời gian máy khi hàn cho một mét chiều dài (phút).

Thời gian cơ bản khi hàn điện cực nóng chảy có thể xác định theo công thức sau [11]:

$$t_o = \frac{m_H 60 \cdot 10^3}{\alpha_d I_h} \quad (10)$$

Ở đây: m_H - khối lượng kim loại đắp (kg/m) của mỗi hàn (xem công thức (3a)).

α_d - hệ số đắp (g/Ah), bảng 7.6.

I_h - dòng điện hàn (A).

Thời gian cơ bản khi hàn điện cực không nóng chảy có thể xác định theo công thức sau [3]:

$$t_o = \frac{60}{V_h} \quad (11)$$

Giá trị tối ưu của q_g ; I_h ; V_h được chọn theo chế độ hàn của quy trình công nghệ đã biết.

Đối với giá trị t_o có thể tính toán theo định mức thời gian khi hàn

trong môi trường khí bảo vệ.

Tiêu hao phụ của khí hàn Q_{ph} (lít) cho các nguyên công chuẩn bị, kết thúc, v.v... không phụ thuộc vào tốc độ hàn:

$$Q_{ph} = t_n \cdot q_g \quad (12)$$

Ở đây: t_n - thời gian cho các nguyên công chuẩn bị, kết thúc (phút).

Khi hàn điện cực không nóng chảy $t_n \approx 0,2$ phút; khi hàn que hàn $t_n \approx 0,05$ phút.

Định mức tiêu hao khí bảo vệ được tính theo công thức (8). Cho mỗi hàn ngắn (nhỏ hơn 50 mm) và cho các đường kính nhỏ hơn 20 mm, cần phải tăng tiêu hao khí bảo vệ lên 20%.

Khi hàn các mối hàn phía ngược lại cũng bằng phương pháp hàn trong môi trường khí bảo vệ thì sự tiêu hao khí cũng được xác định theo công thức (9) với hệ số là 1,3 ÷ 1,5.

Bảng 7.6. Hệ số đáp α_d (g/Ah) khi hàn trong môi trường CO_2 và nổi nghịch [5]

I_h (A)	Đường kính que hàn (mm)			I_h (A)	Đường kính que hàn (mm)		
	1,6	2,0	2,5		1,6	2,0	2,5
200	14,2	12,2	-	450	24,1	19,0	15,6
250	15,1	12,6	-	500	28,3	22,3	17,8
300	16,5	13,5	11,1	550	-	-	20,5
350	18,6	14,8	12,4	600	-	-	24,2
400	21,1	16,8	13,9				

Bảng 7.7a. Định mức tiêu hao oxy và axetylen trên 1m mỗi hàn (lít)

Kim loại hàn	Ôxy tinh khiết 99%	axetylen
Thép (mối hàn góc bên trong, vòng)	14S ²	11,7S ²
Thép (mối hàn giáp mối)	10S ²	8,3S ²
Thép (mối hàn góc phía ngoài)	7,6S ²	6,26S ²
Đồng vàng (thau)	10S ²	8,3S ²
Nhôm	3S ²	2,5S ²

Ghi chú: S là chiều dài kim loại hàn (mm)

4. Vật liệu cho hàn và cắt bằng khí

Các hệ số cho việc định mức tiêu hao oxy phụ thuộc vào độ tinh khiết của oxy (bảng 7.7b).

Bảng 7.7b. Bảng định mức tiêu hao oxy

Ôxy tinh khiết	99,5%	99%	98,5%	98%
Hệ số sửa đổi	0,9	1,0	1,1	1,24

Chú thích: Để xác định mức tiêu hao khí thay thế khí axetylen cần phải định mức tiêu hao khí theo axetylen và tính đến hệ số thay thế tương ứng cho loại khí thay thế đó.

Tiêu hao dây bổ sung có thể xác định theo khối lượng kim loại nóng chảy và bổ sung thêm phần tổn thất (do cháy, bắn toé...) 7 ÷ 15% khối lượng kim loại chảy:

$$H_{np} = kS^2 + (0,07 + 0,15) kS^2 \quad (13)$$

Ở đây: H_{np} - tiêu hao dây bổ sung (g/m).

k - hệ số phụ thuộc vào góc vát mép mỗi hàn. Khi góc là 45°, 40° và 35° thì k tương ứng là $k = 10; 9; 8$ và khi các tấm mỏng không vát mép: $k = 12$ [12].

Định mức tiêu hao oxy trên 1 m cắt khi cắt bằng khí bao gồm có định mức tiêu hao đơn vị cho việc cắt; nung nóng; cũng như các mất mát khác (như không sử dụng hết oxy còn trong bình chứa oxy 2,56%, điều chỉnh ngọn lửa; tổn thất qua các cửa van; nung nóng mỏ cắt, phân huỷ 4,5%) (bảng 7.7a).

Công thức tổng quát để tính toán định mức tiêu hao oxy (l/h) có dạng:

$$H_k = 1,07(H_{pk} + H_{nk}) \quad (14)$$

Ở đây: H_{pk} và H_{nk} - định mức tiêu hao oxy tương ứng khi cắt và nung nóng (l/phút), chúng được xác định theo công thức sau: [4]

$$H_{pk} = Q_{pk} \cdot t_o = (2,7 + \frac{3,4}{S}) bSV_{pc} t_o \quad (15)$$

$$t_o = \frac{l_{pc}}{V_{pc}} \quad (16)$$

$$\text{Khi } l_{pc} = 1 \text{ m} \quad \text{thì } H_{pk} = (2,7 + \frac{3,4}{S}).bS \quad (17)$$

Ở đây: Q_{pk} - tiêu hao ôxy cắt (l/h).

t_0 - thời gian cơ bản cần thiết để cắt 1m với tốc độ cắt đã chọn, (h).

S - chiều dày kim loại cắt (mm).

l_{pc} - chiều dài cắt (m).

V_{pc} - tốc độ cắt (m/h).

Bảng 7.8a. Chiều rộng cắt và thời gian nung nóng phụ thuộc vào chiều dày kim loại [8]

Thông số	Chiều dày kim loại (mm)					
	5-15	15-30	30-60	60-100	100-150	150-200
Chiều rộng cắt (mm)	2-2,5	2,3-3	3-3,5	3,5-4,5	4,5-5,5	5,5-6,5
Thời gian t_n (s)	5-10	10-15	15-25	25-35	35-45	45-60

Bảng 7.8b. Công suất ngọn lửa ôxy - axetylen

Chiều dày tấm thép (mm)	3-25	25-50	50-100	100-200	200-300
Công suất ngọn lửa (l/h)	300-550	550-750	750-1000	1000-1200	1200-1300

$$H_{nk} = Q_{nk}t_n \quad Q_{nk} = 1,2Q_a \quad H_{nk} = 1,2Q_a t_n \quad (18)$$

Ở đây: Q_{nk} - tiêu hao ôxy cho việc nung nóng (l/h).

Q_a - tiêu hao axetylen (l/h) (công suất ngọn lửa).

t_n - thời gian nung nóng (h) (bảng 7.8a).

Giá trị công suất ngọn lửa ôxy - axetylen cho nung nóng biểu thị trong bảng 7.8b.

5. Vật liệu để hàn vẩy

Định mức tiêu hao (g) vẩy hàn cho sản phẩm được xác định theo công thức cho hàn vẩy:

$$H_n = V_n \rho k_n \quad (19)$$

$$\text{Để hàn vẩy thiếc: } H_n = V_n \rho k_n k_y \quad (20)$$

Ở đây: V_n - thể tích vẩy hàn cần thiết cho liên kết, điền đầy khe hở và tạo ra cạnh hàn (cm^3) (bảng 7.10).

ρ - khối lượng riêng vẩy hàn (g/cm^3).

k_n - hệ số tính đến mất mát công nghệ (như: cháy; bắn toé, chảy; điền đầy các nhấp nhô ...) (bảng 7.9).

k_y - hệ số tính đến sự tăng tiêu hao vẩy hàn do sự phức tạp của kết cấu chi tiết hoặc hàn vẩy thiếc tinh khiết (bảng 7.12).

Khi tính toán định mức tiêu hao vẩy hàn cần có sự so sánh với các kết quả trong thực tế, trong phòng thí nghiệm. Định mức tiêu hao vẩy hàn cho chi tiết hàn được xác định theo kích thước danh nghĩa trên bản vẽ và theo các giá trị dung sai nhỏ nhất.

Khối lượng riêng vẩy hàn xác định theo thực nghiệm hoặc theo công thức sau [4]:

$$\rho = \frac{100}{\frac{a}{\rho_a} + \frac{b}{\rho_b} + \frac{c}{\rho_c}} \quad (21)$$

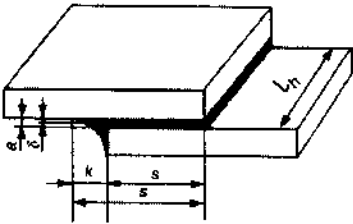
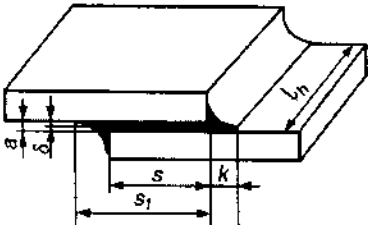
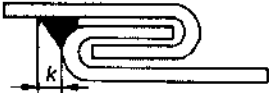
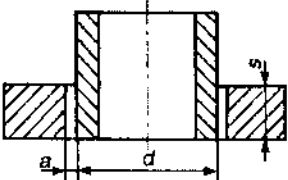
Ở đây: a, b, c là phần trăm các kim loại tương ứng trong vẩy hàn.

ρ_a, ρ_b, ρ_c - khối lượng riêng của kim loại.

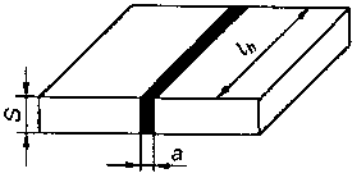
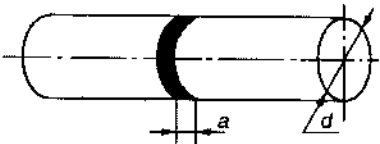
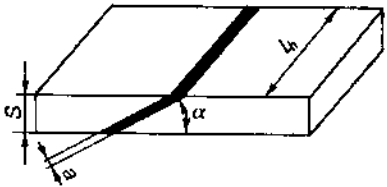
Bảng 7.9. Hệ số k_n

Hàn vẩy	k_n
- Vẩy hàn mềm	
+ Khi nhúng và dùng mỏ hàn trên bản nguội	1,05
+ Khi hàn với mỏ hàn ở vị trí khó khăn	1,15
+ Khi mạ thiếc nóng	1,05
- Vẩy hàn cứng	
+ Hợp kim đồng - kẽm	1,10
+ Hợp kim nhôm	1,05
+ Đồng	1,05

Bảng 7.10. Công thức tính toán vảy hàn cần thiết cho hàn vẩy [9]

Kiểu liên kết	Hàn vẩy	Công thức tính toán
	Một phía a) Không dính sơ bộ b) Có dính sơ bộ	$V_n = (sa + 0,5k^2)l$ $V_n = (2s_1\delta + sa + 0,5k^2)l_h$
	Hai phía a) Không dính sơ bộ b) Có dính sơ bộ	$V_n = (sa + k^2)l_h$ $V_n = (2s_1\delta + sa + k^2)l_h$
	Trong "các ổ" (các sản phẩm từ sắt)	$V_n = 0,5k^2l_h$
	Sau khi lắp (lớp liên kết)	$V_n = \pi das$

Tiếp bảng 7.10.

Kiểu liên kết	Hàn vẩy	Công thức tính toán
	Giáp mối không khe hở	$V_n = sa l_h$
	Giáp mối có khe hở	$V_n = 0,78d^2a$
	Vát nghiêng	$V_n = 1,43sa l_h$ với $\alpha = 45^\circ$

Chú thích: Kích thước tính bằng mm:

S - chiều rộng của vẩy hoặc chiều dày của chi tiết hàn vẩy;

S_1 - chiều rộng của bề mặt bám vẩy;

a- khe hở giữa các chi tiết hàn vẩy (bảng 7.11).

δ - chiều dày lớp phủ khi ép;

l_h - chiều dài mối hàn vẩy;

k- cạnh hàn;

d- đường kính chi tiết.

Bảng 7.11. Khe hở a (mm) khi hàn vẩy cho các kim loại [10]

Vẩy hàn	Đồng	Hợp kim đồng	Thép cacbon	Thép không gỉ	Nhôm và hợp kim nhôm	Nimonik	Titan
Đồng	-	-	0,00-0,05	0,025-0,075	-	-	-
Đồng - kẽm	0,075-0,37	0,075-0,37	0,05-0,25	0,075-0,375	-	0,075-0,375	-
Đồng - photpho	0,02-0,10	0,025-0,12	-	-	-	-	-
Bạc	0,05-0,37	0,050-0,37	0,025-0,15	0,075-0,375	0,125-0,25	0,075-0,375	-
Nhôm	-	-	-	-	-	-	0,05-0,25
Niken - crôm	-	-	0,050-0,125	0,075-0,25	-	0,075-0,25	-
Bạc - mangan	-	-	0,075-0,125	0,075-0,125	-	0,075-0,125	0,05-0,075
Bạc - mangan	-	-	0,025-0,125	0,025-0,125	-	0,013-0,05	-

Bảng 7.12. Hệ số k_y

Đặc tính bề mặt	k_y
Bề mặt không bị gấp (tấm dẹt, các dải...)	1,0
Bề mặt bị uốn hoặc uốn vuông góc	1,2
Các bề mặt bị uốn với rãnh hẹp	1,4
Các bề mặt phức tạp với các rãnh sâu và hẹp	1,6

Định mức tiêu hao thuốc cho hàn vẩy có thể xác định theo công thức sau:

$$\text{- Cho hàn thiếc: } H_{th} = F_1 \cdot Q_{th} \cdot k_n \quad (22)$$

$$\text{- Cho hàn vẩy khác: } H_{th} = l_h \cdot Q_{th} \cdot k_n \quad (23)$$

Ở đây: F_1 - diện tích hàn thiếc (cm^2).

l_h - chiều dài mối hàn vẩy (m).

Q_{th} - tiêu hao thuốc cho một đơn vị diện tích bề mặt (khi mạ thiếc) hoặc trên 1 m mối hàn khi hàn vẩy.

k_n - hệ số tính đến mất mát thuốc do sự bắn toé; phân li, bốc hơi...

Lượng tiêu hao thuốc đầy đủ phải được xác định bằng con đường thực nghiệm hoặc tính toán theo kích thước, tiết diện mối hàn trên bản vẽ sản phẩm.

Độ lớn của diện tích bề mặt thuốc tiếp xúc phụ thuộc vào công nghệ phủ thuốc trên chi tiết, do vậy có thể tăng cao diện tích cho công việc hàn vẩy hoặc mạ thiếc. Hệ số mất mát theo thực tế là $k_n = 1,1$.

6. Định mức tiêu hao vật liệu cho hàn, cắt và hàn vẩy

Độ lớn của diện tích tiết diện ngang của kim loại chảy của mối hàn F_H được tính toán có xét đến dung sai kích thước của các phần tử kết cấu của mối hàn. Trong các bảng 7.13 ÷ 7.15 cho các giá trị trung bình.

Khi hàn trong môi trường khí bảo vệ, sai lệch diện tích so với diện tích danh nghĩa F_H được tính toán bằng hệ số tăng cường k_y .

Xác định khối lượng kim loại nóng chảy m_H với khối lượng riêng cho thép là $7,8 \text{ g/cm}^3$ (các bảng 7.13 ÷ 7.15 và các bảng 7.22 ÷ 7.25), cho nhôm là $2,7 \text{ g/cm}^3$ (bảng 7.26), với hợp kim titan là $4,5 \text{ g/cm}^3$ (bảng 7.28).

Đối với các kim loại có khối lượng riêng $\rho_l \neq \rho$ của việc định mức tiêu hao thì phải kể đến hệ số tương ứng với $\frac{\rho_l}{\rho}$.

6.1. Que hàn để hàn tay

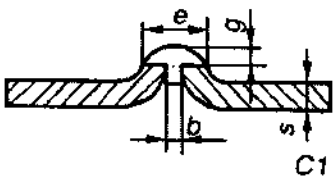
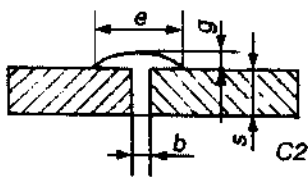
Định mức tiêu hao que hàn để hàn tay trong các vị trí trong bảng được xác định theo công thức (2); trong đó khối lượng kim loại chảy m_H lấy theo các bảng 7.13 ÷ 7.15 và hệ số tiêu hao que hàn của loại que hàn lấy theo các bảng 7.16 ÷ 7.20. Giá trị hệ số tiêu hao que hàn được định mức cho loại que hàn có chiều dài 450 mm. Trong các trường hợp với các chiều dài khác, cần phải đưa vào hệ số tính toán (bảng 7.21). Định mức đơn vị cần phải tăng lên: khi hàn không liên tục phải tăng 15%; khi hàn ở vị trí đứng và ngang tăng 5%; khi hàn mối hàn trần tăng 10%.

Định mức tiêu hao que hàn được tính theo các bảng 7.13 ÷ 7.15 có thể dùng cho quá trình sản xuất các kết cấu hàn.

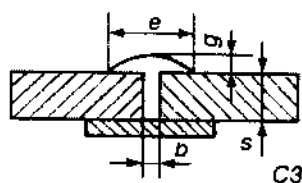
Một nhược điểm chính của hàn hồ quang tay với que hàn là sự mất mát đáng kể que hàn (do cháy, bắn tóe, bỏ đuôi que), nhiều khi chiếm đến 50%. Sự mất mát này phụ thuộc chủ yếu vào việc lựa chọn chế độ hàn, kết cấu, trình độ thợ hàn, tính chất công nghệ của que hàn.

Các điều kiện quan trọng chống hao phí que hàn là: sự tính toán nghiêm khắc về sự cấp phát và chi phí que hàn tương ứng với định mức tiêu hao đã định, các điều kiện kỹ thuật trong sản xuất, các công việc hàn (như kiểm tra chế độ hàn, chuẩn bị và gá lắp trước khi hàn) và nâng cao tính ổn định về chất lượng của các thợ hàn.

Bảng 7.13. Mỗi hàn của liên kết giáp mối khi hàn tay

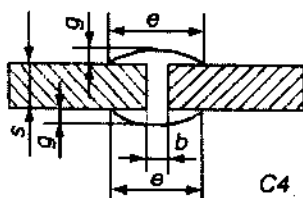
 $F_H = bs + 0,75eg$					
Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
s	b	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
1,0				1,25	0,010
1,5	$0^{+0,5}$	$2s^{+2}$	0,5	1,67	0,013
2,0				2,12	0,016
3,0	$0^{+1,5}$	$2s^{+3}$	1	5,62	0,014
 $F_H = bs + 0,75eg$					
Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
s	b	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
1	$0^{+0,5}$	5^{+1}_{-2}	$1 \pm 0,5$	4,19	0,033
2	1 ± 1	6^{+1}_{-2}	$1,5 \pm 1$	9,30	0,072
3		7^{+1}_{-2}		11,43	0,089
4	$2^{+1}_{-0,5}$		2 ± 1	22,87	0,179
5		9^{+1}_{-2}		25,12	0,196
6				27,37	0,214

Tiếp bảng 7.13.



$$F_H = bs + 0,75eg$$

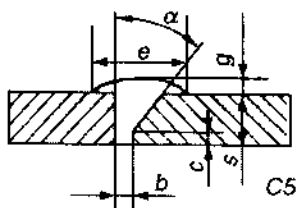
Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
s	b	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
1,0	$0^{+0,5}$	5^{+1}_{-2}	$1 \pm 0,5$	4,19	0,033
1,5				4,31	0,034
2,0	1 ± 1	6^{+1}_{-2}	$1,5 \pm 1$	9,30	0,072
3,0				10,30	0,080
4,0	$2^{+1}_{-0,5}$	8^{+1}_{-2}	2 ± 1	21,30	0,166
5,0				23,60	0,184
6,0				25,80	0,201



$$F_H = bs + 1,5eg$$

Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
s	b	e	g	$F_H(mm^2)$	$m_H(kg/m)$
2	2 ± 1	7^{+1}_{-2}	$1,5 \pm 1$	20,87	0,163
3				22,87	0,179
4		8^{+1}_{-2}		27,10	0,211
5				29,10	0,227
6	$2^{+1,5}_{-1}$	9^{+1}_{-2}	2 ± 1	41,25	0,322
7				43,50	0,339
8				45,75	0,357

(Tiếp bảng 7.13)

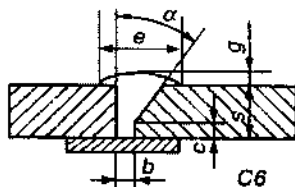


$$F_H = sb + \frac{(s-c)^2}{2} \operatorname{tg} \alpha + 0,75eg$$

$$\alpha = 50^\circ \pm 5^\circ$$

$$b = 2 \pm 1$$

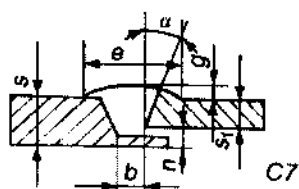
Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
s	c	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
4	1 ± 1	12	$0,5^{+1}_{-0,5}$	17,5	0,136
6		16		32,6	0,254
8		18		55,6	0,434
10		22		90,1	0,703
12	2^{+1}_{-2}	24	$0,5^{+2}_{-0,5}$	121,2	0,945
14		28		161,3	1,258
16		30		201,1	1,569
18		34		250,0	1,950
20		36		301,7	2,346
22		40		361,5	2,820
24		42		423,8	3,300
26		44		491,7	3,840



$$F_H = sb + \frac{(s-c)^2}{2} \operatorname{tg} \alpha + 0,75eg$$

$$\alpha = 50^\circ \pm 5^\circ$$

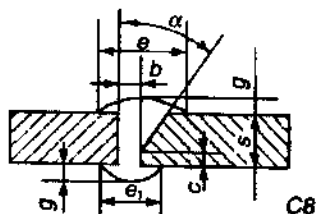
Kích thước (mm)					Giá trị tính toán	
s	c	b	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
4	1 ± 1	3 ± 1	14	$0,5^{+1}_{-0,5}$	21,7	0,169
6			16		44,5	0,347
8	2^{+1}_{-2}	4 ± 1	20		76,7	0,598
10			22	$0,5^{+2}_{-0,5}$	117,0	0,192
12	2^{+1}_{-2}	4 ± 1	24		153,1	1,194
14			28		195,0	1,522
16		5^{+1}_{-2}	32		259,0	2,020
18			36		315,0	2,455
20			40		375,0	2,927
22			42		440,0	3,431
24			46		511,0	3,990
26			48		586,0	4,577



$$F_H = b(s-n) + \frac{(s-n)^2}{2} \operatorname{tg} \alpha + 0,75eg$$

$$s_1 = s-n; \alpha = 50^\circ \pm 5^\circ$$

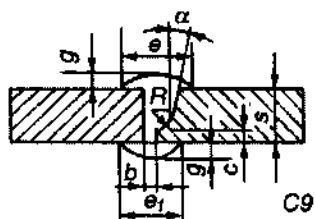
Kích thước (mm)					Giá trị tính toán	
s	n	b	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
6	2^{+2}	3 ± 1	16	$0,5^{+1}_{-0,5}$	23,3	0,181
8		4 ± 1	18		40,0	0,312
10			24		68,0	0,530
12			26		94,5	0,737
14			28		125,8	0,981
16	3^{+2}	5 ± 1	34	$0,5^{+2}_{-0,5}$	177,5	1,384
18			34		218,5	1,704
20			42		271,4	2,116
22			42		322,4	2,514
24			46		381,0	2,971
26			46		441,0	3,439
28			50	$0,5^{+3}_{-0,5}$	514,0	4,009
30			50		579,0	4,516
32			54		677,0	5,280
34			54		756,0	5,896



$$F_H = sb + \frac{(s-c)^2}{2} \operatorname{tg} \alpha + 0,75(e+e_1)g$$

$$\alpha = 50^\circ \pm 5^\circ$$

Kích thước (mm)					Giá trị tính toán	
s	c = b	e	a ₁	g	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)
4	1 ± 1	12	8 ⁺¹ ₋₂	0,5 ⁺¹ _{0,5}	20,3	0,158
6		16			34,1	0,265
8		18			51,6	0,402
10		22			94,0	0,733
12	2 ⁺¹ ₋₂	24	10 ⁺¹ ₋₂	0,5 ⁺² _{0,5}	119	0,928
14		28			157	1,224
16		30			195	1,521
18		34			239	1,864
20		36			286	2,230
22		40			340	2,652
24		42			397	3,096
26		44			458	3,572



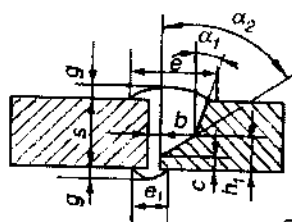
$$F_H = 0,785R^2 + bc + \frac{1}{2}(s - R - c)^2 \operatorname{tg} \alpha +$$

$$+ R(s - R - c) + 0,75(e + e_1)g$$

$$c = 25^{+1,5}_{-0,5}; b = 2 \pm 1; R = 7^{+1}; \alpha = 18^\circ \pm 2^\circ$$

Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
s	e	e ₁	g	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)
15	18	10 ⁺¹ ₋₂	0,5 ⁺² _{-0,5}	117	0,912
16	18			126	0,982
18	19			147	1,146
20	19			168	1,310
22	20	10 ⁺¹ ₋₂	0,5 ⁺¹ _{-0,5}	191	1,489
24	20			225	1,755
26	22			243	1,895
28	22			294	2,293
30	24	12 ⁺¹ ₋₂	0,5 ⁺² _{-0,5}	314	2,449
32	24			344	2,683
34	26			377	2,940
36	26			409	3,190
38	28			446	3,478
40	28			481	3,751
42	29			517	4,032
44	29			554	4,321
46	30			587	4,578
48	30			627	4,890
50	31			680	5,304
52	31			723	5,639
54	32			769	5,998
56	32			814	6,349
58	34			865	6,747
60	34			914	7,129

Tiếp bảng 7.13



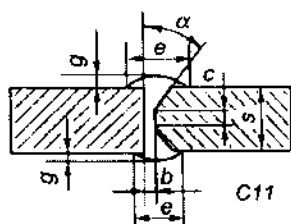
C10

$$F_H = sb + (s - h_1)(h_1 - c) \operatorname{tg} \alpha_2 + \frac{1}{2} (s - h_1)^2 \operatorname{tg} \alpha_1 + \frac{1}{2} (h_1 - c)^2 \operatorname{tg} \alpha_2 + 0,75 (e + e_1)g$$

Kích thước (mm)					Giá trị tính toán	
s	c = b	e	e ₁	g	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)
15	7 ± 1	20	10 ⁺¹ ₋₂	0,5 ⁺¹ _{-0,5}	123	0,959
16		20			134	1,045
18		20			156	1,216
20		22			180	1,404
22		22			204	1,591
24		22			230	1,794
26		24			258	2,012
28		24			287	2,238
30		24			317	2,472
32		29			411	3,205
34	9 ± 1	29	12 ⁺¹ ₋₂	0,5 ⁺¹ _{-0,5}	447	3,486
36		29			484	3,775
38		31			525	4,095
40		31			566	4,414
42		31			607	4,734
44		33			652	5,085
46		33			696	5,428
48		33			742	5,787
50		35			792	6,177
52		35			841	6,559
54		35			890	6,942
56		37			943	7,355
58		37			995	7,761
60		37			1048	8,174

$$c = 2_{-0,5}^{-1,5}; b = 2 \pm 1; \alpha = 18^\circ \pm 2^\circ; \alpha_2 = 50^\circ \pm 5^\circ.$$

Tiếp bảng 7.13

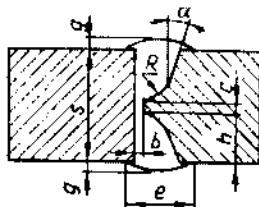


$$F_H = sb + \frac{1}{4}(s - c)^2 \tan \alpha + 1,5eg$$

Kích thước (mm)			Giá trị tính toán	
s	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
12	18	$0,5^{+2}_{-0,5}$	94	0,733
14	18		112	0,873
16	20		136	1,060
18	20		159	1,240
20	22		188	1,467
22	22		216	1,685
24	26		253	1,924
26	26		286	2,230
28	28		325	2,535
30	28		362	2,820
32	32	$0,5^{+3}_{-0,5}$	434	3,390
34	32		476	3,710
36	34		525	4,100
38	34		572	4,470
40	38		632	4,930
42	38		684	5,345
44	40		743	5,800
46	40		799	6,240
48	44		868	6,770
50	44		930	7,250
52	46		999	7,800
54	46		1064	8,300
56	48		1138	8,880
58	48		1242	9,685
60	50		1288	10,046

$$b = 2 \pm 1; c = 1 \pm 1; \alpha = 50^\circ \pm 5^\circ$$

Tiếp bảng 7.13



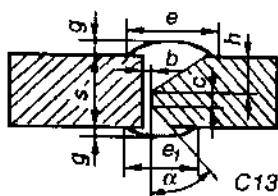
C12

$$F_H = sb + \frac{1}{2} \pi R^2 + 2R \left(\frac{1-s}{2} - R \right) + \left(\frac{1-s}{2} - R \right)^2 \tan \alpha + 1,5eg$$

Kích thước (mm)			Giá trị tính toán	
s	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
30	17	0,5 ⁺² _{-0,5}	272	2,121
32	17		295	2,301
34	18		320	2,496
36	18		344	2,683
38	19		371	2,893
40	19		396	3,088
42	20		424	3,307
44	20		451	3,517
46	21		480	3,744
48	21		508	3,962
50	22		539	4,204
52	22		569	4,438
54	23		600	4,680
56	23		631	4,921
58	24		665	5,187
60	24		696	5,428
62	25	0,5 ⁺³ _{-0,5}	749	5,842
64	25		785	6,123
66	26		821	6,403
68	26		855	6,669
70	27		894	6,973
72	27		930	7,254
74	28		970	7,566
76	28		1008	7,862
78	29		1039	8,104
82	29		1091	8,509
84	30		1133	8,837
90	31		1298	10,124
94	31		1386	10,810
96	32		1434	11,185
100	32		1527	11,910

$$b = 2 \cdot \frac{1}{2}; c = 2 \cdot \frac{1,5}{0,5}; R = 7 \cdot \frac{1}{2}; \alpha = 18^\circ + 2^\circ$$

Tiếp bảng 7.13

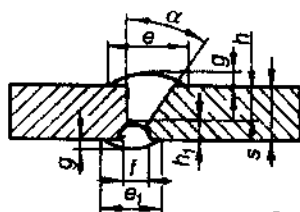


$$F_H = sb + \frac{1}{2}(s - h - c)^2 \tan \alpha + \frac{1}{2}h^2 \tan \alpha + 1,5(e + e_1)g$$

Kích thước (mm)					Giá trị tính toán	
s	h	e	e ₁	g	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)
12	8	22	14	0,5 ⁺² _{-0,5}	214	0,967
14	9				141	1,099
16	10	24	16		173	1,349
18	11				195	1,521
20	13	28	18		238	1,856
22	14				265	2,067
24	16	32	20		315	2,457
26	17				346	2,698
28	18	36	22		392	3,057
30	19				428	3,338
32	20	40	24	0,5 ⁺³ _{-0,5}	526	4,102
34	22				579	4,516
36	23	44	26		637	4,968
38	25				697	5,436
40	26	48	27		759	5,920
42	28				827	6,450
44	29	50	28		887	6,918
46	30				943	7,355
48	31	54	30		1046	8,158
50	32				1107	8,634
52	34	58	32		1172	9,141
54	35				1236	9,640
56	36	62	34		1321	10,303
58	38				1412	11,013
60	40	64	36		1518	11,840

$$b = 2 \cdot \frac{1}{2}; c = 1 \pm 1; \alpha = 50^\circ \pm 5^\circ$$

Tiếp bảng 7.13



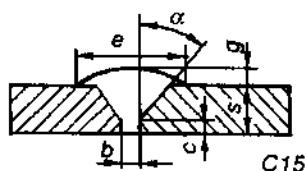
C14

$$F_H = hb + \frac{1}{2} h^2 \tan \alpha + \frac{1}{8} \pi f^2 + m_1 \cdot \frac{1}{2} f^2 + 0,75(e+e_1)g$$

Kích thước (mm)							Giá trị tính toán	
s	h	h ₁	e	e ₁	g	f	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)
8	6	4	18	13	0,5 ⁺¹ _{0,5}	6	67	0,522
10	7	5				8	82	0,639
12	8	6	20	15	0,5 ⁺² _{0,5}	10	132	1,029
14	10	7					136	1,060
16	11	7	24				184	1,435
18	13	8					226	1,762
20	14	9	28	18		12	273	2,129
22	15	10					304	2,371
24	16	10	32				327	2,550
26	18	11					383	2,987
28	19	11	36	20		14	410	3,198
30	21	12					472	3,681
32	22	12	40		541		4,129	
34	24	13			612		4,773	
36	25	13	44		0,5 ⁺³ _{0,5}		649	5,062
38	27	14					728	5,678
40	28	15	46				774	6,037

$$b = 2^{+1}_{-2}; \alpha = 50^\circ \pm 2^\circ$$

Tiếp bảng 7.13

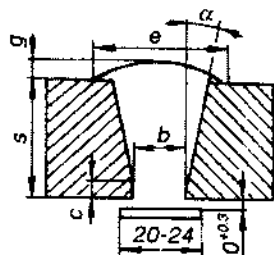


$$F_H = sb + (s-c)^2 \tan \alpha + 0,75eg$$

Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
s	c = b	e	g	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)
3	1 ± 1	10	0,5 ^{+1,5} _{-0,5}	12,5	0,097
4				16,1	1,125
6		14		29,2	0,227
8				43,5	0,339
10	2 ⁺¹ ₋₂	20	0,5 ⁺² _{-0,5}	55,8	0,435
12				89	0,694
14		24		123	0,959
16				153	1,193
18		30	194	1,513	
20			232	1,809	
22		34	279	2,176	
24			326	2,542	
26		38	374	2,917	
28			435	3,393	
30		44	0,5 ⁺³ _{0,5}	516	4,024
32				579	4,516
34		48		652	5,085
36				731	5,701
38		54		806	6,286
40				886	6,910
42		58		975	7,605
44				1059	8,260
46		62		1160	9,048
48				1253	9,773
50		66		1361	10,615

$$\alpha = 27^\circ \pm 3^\circ$$

Tiếp bảng 7.13



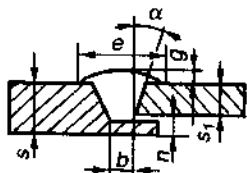
C16

$$F_H = sb + (s - c)^2 \operatorname{tg} \alpha + 0,75eg$$

Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
s	b	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
6	8 ± 1	18	$0,5^{+2}_{-0,5}$	70	0,546
12				136	1,060
14		22		165	1,287
20				250	1,950
22		28		376	2,932
24	12 ± 1	30	$0,5^{+3}_{-0,5}$	427	3,330
26				461	3,595
28		32		505	3,939
30				565	4,407
34		34		660	5,148
36				724	5,647
40		36		819	6,388
42				877	6,840
46		40		992	7,737
48				1055	8,229
52		42	$0,5^{+4}_{-0,5}$	1179	9,196
54				1247	9,726
58		44		1380	10,764
60				1469	11,458
64		46		1611	12,565
66				1689	13,174
70		50		1839	14,344
72				1925	15,015
76		52		2087	16,278
78				2172	16,941
82		56		2343	18,275
84				2441	19,039
88		58		2620	20,436
90				2715	21,177
94		62		2804	21,871
96				3009	23,470
100				3208	25,022

$c = 1 \pm 1$; $\alpha = 10^\circ \pm 2^\circ$.

Tiếp bảng 7.13



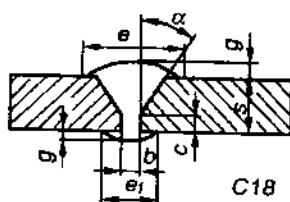
C17

$$F_H = b(s - n) + (s - n)^2 \tan \alpha + 0,75eg$$

Kích thước (mm)					Giá trị tính toán	
s	n	b	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
6	2^{+2}	3 ± 1	12	$0,5^{+2}_{-0,5}$	20,0	0,156
8			14		35,6	0,277
10	3^{+2}	4 ± 1	18	$0,5^{+3}_{-0,5}$	59,5	0,464
12			20		83,3	0,649
14			24		113,5	0,885
16		6 ± 1	30		173	1,349
18			34		212	1,653
20					258	2,012
22			38		306	2,386
24					359	2,800
26			44		414	3,229
28					478	3,728
30					541	4,219
32			48	$0,5^{+4}_{-0,5}$	631	4,921
34					701	5,467

$$s_1 = s - n; \alpha = 27^\circ \pm 3^\circ$$

Tiếp bảng 7.13

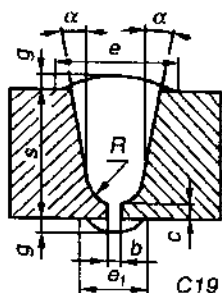


$$F_H = sb + (s - c)^2 \tan \alpha + 0,75(e + e_1)g$$

Kích thước (mm)					Giá trị tính toán		
s	c = b	e	e ₁	g	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	
3	1 ± 1	10	8 ⁺¹ ₋₂	0,5 ^{+1,5} _{0,5}	18,1	0,141	
4					21,7	0,169	
6		14			34,8	0,271	
8					49,1	0,382	
10	2 ⁺¹ ₋₂	20	10 ⁺¹ ₋₂	0,5 ⁺² _{-0,5}	89,5	0,698	
12					101,7	0,793	
14		24			132	1,029	
16					162	1,263	
18		30			203	1,583	
20					241	1,879	
22		34			288	2,246	
24					335	2,613	
26		38	389	3,034			
28			444	3,463			
30		44	12 ⁺¹ ₋₂	0,5 ⁺³ _{-0,5}	532	4,149	
32					595	4,641	
34					48	667	5,202
36						739	5,764
38					54	820	6,396
40						901	7,027
42	58				990	7,722	
44					1074	8,377	
46	62	1175	9,165				
48		1268	9,890				
50	66			1377	10,740		

$\alpha = 27^\circ \pm 3^\circ$

Tiếp bảng 7.13

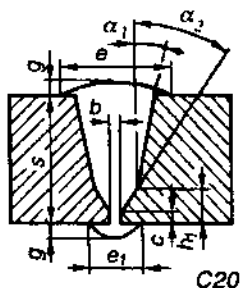


$$F_H = 1,5R^2 + bc + 2R(s - R - c) + (s - R - c)^2 \tan \alpha + 0,75(e + e_1)g$$

Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
s	e	e ₁	g	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)
15	26	10 ⁺¹ ₋₂	0,5 ⁺² _{-0,5}	188	1,466
16				204	1,591
18				238	1,856
20				272	2,121
22	30			309	2,410
24				346	2,698
26	32			386	3,010
28				426	3,322
30	34			488	3,806
34				576	4,492
36	36			625	4,875
40				722	5,631
42	38	12 ⁺¹ ₋₂	0,5 ⁺³ _{-0,5}	776	6,052
46				882	6,879
48	40			940	7,332
52				1055	8,229
54	44			1122	8,751
58				1247	9,726
60	46			1339	10,444
64				1472	11,481
66	48			1547	12,066
70				1690	13,182
72	50			1768	13,790
76				1921	14,983
78	54			2006	15,646
82				2170	16,926
84	56	2257	17,604		
88		2429	18,946		
90	60	2522	19,671		
94		2739	21,364		
96	62	2803	21,863		
100		2992	23,337		

$$c = 2^{+1,5}_{-0,5}; b = 2^{+1}_{-2}; R = 6^{+1}; \alpha = 10^\circ \pm 2^\circ$$

Tiếp bảng 7.13

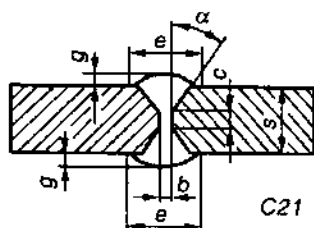


$$F_H = sb + 2(s - h_1)(h_1 - c)\operatorname{tg}\alpha_2 + (s - h_1)^2\operatorname{tg}\alpha_1 + (h_1 - c)^2\operatorname{tg}\alpha_2 + 0,75(e + e_1)g$$

Kích thước (mm)					Giá trị tính toán	
s	h ₁	e	e ₁	g	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)
15	8±1	22	10 ⁺¹ ₋₂	0,5 ⁺² _{-0,5}	116	0,904
18					147	1,146
20		24			168	1,310
24					222	1,731
26		26			251	1,957
30	12 ⁺¹ ₋₂		12 ⁺¹ ₋₂	0,5 ⁺³ _{-0,5}	312	2,433
32		32			422	3,291
36					501	3,907
38		34			545	4,251
42					635	4,953
44		36			683	5,327
48			14 ⁺¹ ₋₂	0,5 ⁺⁴ _{-0,5}	781	6,091
50		40			837	6,528
54					944	7,363
56		44			1005	7,839
60					1121	8,743
62		46			1209	9,430
66					1335	10,413
68		48			1401	10,927
72					1538	11,996
74		50			1611	12,565
78					1755	13,689
80		52			1832	14,289
84					1989	15,514
86		54			2072	16,161
90					2235	17,433
92		56			2320	18,096
96					2494	19,453
98		60			2587	20,178
100					2677	20,880

$$c = 2^{+1}_{-2}; b = 2^{+1}_{-2}; \alpha_1 = 10^\circ \pm 2^\circ; \alpha_2 = 27^\circ \pm 3^\circ.$$

Tiếp bảng 7.13

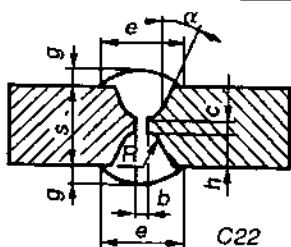


$$F_H = sb + \frac{1}{2}(s - c)^2 \tan \alpha + 1,5eg$$

Kích thước (mm)			Giá trị tính toán	
s	e	g	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)
12	16	0,5 ⁺² _{-0,5}	85	0,663
14			101	0,787
16	18		123	0,959
18			143	1,115
20	22		173	1,349
22			197	1,536
24	24		228	1,778
26			256	1,996
28	26	291	2,269	
30		323	2,519	
32	28	0,5 ⁺³ _{-0,5}	382	2,979
34			419	3,268
36	30		464	3,619
38			506	3,946
40	32		552	4,305
42			596	4,648
44	34		648	5,054
46			697	5,436
48	36		752	5,865
50			806	6,286
52	38		867	6,762
54			924	7,207
56	40		987	7,698
58			1049	8,182
60	42		1117	8,712

$$b = 2 \pm 1; c = 1 \pm 1; \alpha = 27^\circ \pm 3^\circ$$

Tiếp bảng 7.1

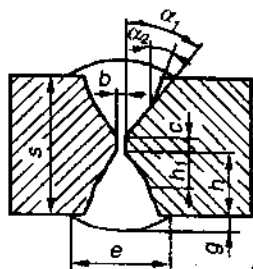


$$F_H = sb + \pi R^2 + 4R \left(\frac{s-c}{2} \cdot R \right) + \\ + s \left(\frac{s-c}{2} \cdot R \right)^2 \tan \alpha + 1,5eg$$

Kích thước (mm)			Giá trị tính toán	
s	e	g	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)
30	24	0,5 ⁺² _{-0,5}	424	3,307
32			459	3,580
34	25		496	3,868
36			533	4,157
38	26		562	4,383
40			610	4,758
42	27		650	5,070
44			689	5,374
46	28		732	5,709
48			773	6,029
50	29	816	6,364	
52		859	6,700	
54	30	904	7,051	
56		948	7,394	
58	31	995	7,761	
60		1041	8,119	
62	32	1114	8,689	
64		1161	9,055	
66	33	1211	9,445	
68		1259	9,820	
70	34	1312	10,013	
72		1363	10,631	
74	35	1417	11,052	
76		1469	11,458	
78	36	1523	11,879	
82		1631	12,721	
84	37	1738	13,556	
88		1801	14,047	
90	38	1862	14,523	
94		1979	15,436	
96	39	1941	15,139	
100		2163	16,871	

$b = 2^{+1}_{-2}$; $c = 3 \pm 1$; $R = 6^{+1}_{-1}$; $\alpha = 10^\circ \pm 2^\circ$.

Tiếp bảng 7.13



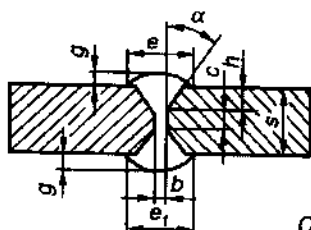
$$F_{II} = sb - 2h_1^2 \operatorname{tg} \alpha_1 + 2(h - h_1) \operatorname{tg} \alpha_2 + 4h_1(h - h_1) \operatorname{tg} \alpha_2 + 1,5eg$$

C23

Kích thước (mm)					Giá trị tính toán	
s	h	h ₁	e	g	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)
30	14	8 ± 1	22	0,5 ⁺² _{0,5}	239	1,864
34	16				305	2,379
36	17		24		346	2,698
40	19				424	3,307
42	20		25		470	3,666
46	22				561	4,375
48	23		27		612	4,773
52	25				717	5,592
54	26		28		774	6,037
58	28				890	6,942
60	29	12 ± 1	29	0,5 ⁺³ _{0,5}	933	7,277
64	31				1060	8,268
66	32		31		1132	8,829
70	34				1172	9,141
72	35		33		1352	10,545
76	37				1504	11,731
78	38		34		1585	12,363
82	40				1752	13,665
84	41		36		1840	14,352
88	43				2019	15,748
90	44	37	2113	16,481		
94	46		2304	17,971		
96	47	39	2407	18,774		
100	49		2608	20,342		

$$b = 2^{+1}_{-2}; c = 3 \pm 1; \alpha_1 = 10^\circ \pm 2^\circ; \alpha_2 = 27^\circ \pm 3^\circ.$$

Tiếp bảng 7.13

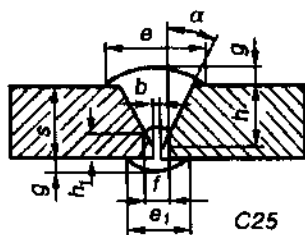


$$F_H = sb + h^2 \lg \alpha + (s - h - c)^2 \lg \alpha + 0,75 (e + e_1)g$$

Kích thước (mm)					Giá trị tính toán	
s	h	e	e ₁	g	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)
12	8	18	13	0,5 ⁺² _{-0,5}	90	0,702
14	9				106	0,826
16	10	20	14		129	1,006
18	11				150	1,170
20	13	24	15		181	1,411
22	14				206	1,606
24	16	28	16		244	1,903
26	17				272	2,121
28	18	30	18		310	2,418
30	19				343	2,675
32	20	34	20	0,5 ⁺³ _{-0,5}	381	2,971
34	22				428	3,338
36	23	36	21		468	3,650
38	25				521	4,063
40	26	38	23		567	4,422
42	28				627	4,890
44	29	42	25		680	5,304
46	30				729	5,686
48	31	46	26		783	6,107
50	32				834	6,505
52	34	48	28		912	7,113
54	35				969	7,558
56	36	52	29		1032	8,049
58	38				1112	8,673
60	40	54	30		1198	9,344

$b = 2 \pm 1$; $c = 1 \pm 1$; $\alpha = 27^\circ \pm 3^\circ$.

Tiếp bảng 7.13

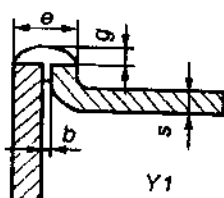


$$F_n = hb + h^2 \tan \alpha + \frac{1}{8} \pi f^2 + fh_1 - \frac{1}{2} f^2 + 0,75(e + e_1)g$$

Kích thước (mm)							Giá trị tính toán		
s	h	h ₁	f	e	e ₁	g	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	
8	6	4	6	16	13	0,5 ⁺¹ _{-0,5}	67	0,522	
10	7	5	8				88	0,686	
12	8	6	9	18	15	0,5 ⁺² _{-0,5}	128	0,998	
14	10	7						157	1,224
16	11	7		22			173	1,349	
18	13	8						211	1,645
20	14	9	12	24	18		259	2,020	
22	15	10						288	2,246
24	16	10		28				309	2,410
26	18	11							360
28	19	11	14	32	20	0,5 ⁺³ _{-0,5}	385	3,003	
30	21	12						442	3,447
32	22	12		34				504	3,931
34	24	13							569
36	25	13	38		20		601	4,687	
38	27	14						672	5,241
40	28	14		40				719	5,608

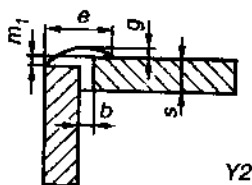
$b = 2 \pm 1$; $\alpha = 27^\circ \pm 3^\circ$.

Bảng 7.14. Mối hàn liên kết góc khi hàn tay



$$F_H = bs + 0,75eg$$

Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
s	b	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
1	0^{+1}	$2s^{+2}$	0,5	1,25	0,009
2				2,87	0,022
3	0^{+2}	$2s^{+3}$	1,0	8,62	0,067
4				11,12	0,086

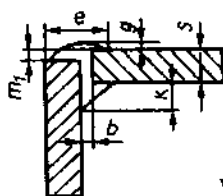


$$F_H = \frac{1}{2} (s_1 + b)m_1 + b(s - m_1) + 0,75eg$$

Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
$s = s_1$	b	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
1,0	$0^{+0,5}$	6 ± 3	$0,5^{+1}_{-0,5}$	3,71	0,028
1,5				3,96	0,030
2,0				8,15	0,063
3,0	0^{+2}	8 ± 4	$0,5^{+1,5}_{-0,5}$	9,75	0,076
4,0				11,50	0,089
5,0				13,50	0,105
6,0		10 ± 4	$0,5^{+2,5}_{-0,5}$	21,25	0,165

$$m_1 = 0 + 0,5 s.$$

Tiếp bảng 7.14

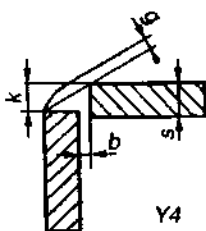


$$F_H = \frac{1}{2} (s_1 + b)m_1 + b(s - m_1) + \frac{k^2}{2} + 1,05kg$$

Y3

Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
$s = s_1$	b	e	g	$F_H(mm^2)$	$m_H(kg/m)$
2,0	0 ^{*1}	6 ± 3	0,5 ⁺¹ _{-0,5}	8,58	0,066
2,5				8,97	0,069
3,0	0 ^{*2}	8 ± 4	0,5 ^{+1,5} _{-0,5}	11,40	0,088
4,5				14,12	0,110
5,0		10 ± 4	0,5 ^{+2,5} _{-0,5}	15,15	0,118
6,0				17,40	0,135
7,0		12 ± 4		19,90	0,155
8,0				22,65	0,177

$$m_1 = 0 + 0,5 s; k = 3.$$



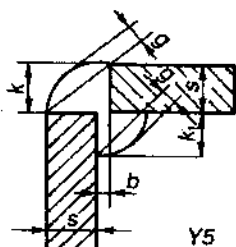
$$F_H = bs + \frac{k^2}{2} + 1,05kg$$

Y4

Kích thước (mm)		Giá trị tính toán		Kích thước (mm)		Giá trị tính toán	
s	b	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$	s	b	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
2	0*1	3,47	0,27	16	0*2	96,60	0,753
4	0*2	10,64	0,082	18		118,70	0,925
6		19,32	0,150	20		142,70	1,113
8		30,30	0,236	22		170,80	1,332
10		43,40	0,338	24		198,90	1,551
12		58,90	0,459	26		230,00	1,794
14		76,60	0,597	28		299,00	2,332

$$s_1 \geq 0,7s; m_1 = 0,5 s + s; k = 0,5 s + s.$$

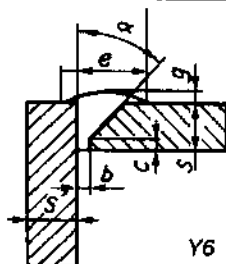
Tiếp bảng 7.14



$$F_H = bs + \frac{k^2}{2} + \frac{k_1^2}{2} = 1,05(k + k_1)g$$

Giá trị tính			Giá trị tính toán		
s	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$	s	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
2	11,9	0,092	18	126,3	0,985
4	18,3	0,142	20	150,4	1,173
6	27,0	0,210	22	178,5	1,322
8	37,9	0,295	24	206,5	1,610
10	51,1	0,398	26	237,6	1,853
12	66,6	0,519	28	271,0	2,113
14	84,3	0,657	30	306,8	2,393
16	104,2	0,812			

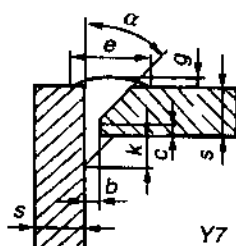
Kích thước (mm): $b = 0^{+2}$; $s_1 \geq 0,7 s$; $k = 0,5 s + s$; $k_1 = 3$.



$$F_H = sb + \frac{1}{2}(s - c)^2 \tan \alpha + 0,75eg$$

Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
s	b = c	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
4	1 ± 1	12	0,5 ⁺¹ _{-0,5}	19,3	0,150
6		16		39,0	0,304
8		18		62,5	0,487
10	2 ⁺¹ ₋₂	22	0,5 ⁺² _{-0,5}	104,6	0,815
12		24		145,5	1,134
14		28		197,0	1,536
16		30		252,0	1,965
18		34		319,0	2,488
20		36		392,0	3,057
22		40		471,0	3,673
24		42		560,0	4,368
26		44		655,0	5,109

Tiếp bảng 7.14

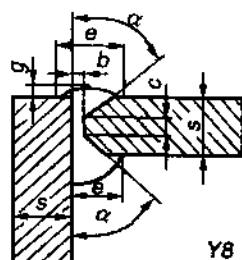


$$F_H = bs + \frac{1}{2}(s-c)^2 \tan \alpha + \frac{k^2}{2} + 1,05k + 0,75eg$$

Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
s	b = c	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
4	1 ± 1	12	$0,5^{+1}_{-0,5}$	27	0,210
6	2^{+1}_{-2}	16		46	0,363
8		18		70	0,546
10		22	$0,5^{+2}_{-0,5}$	112	0,873
12		24		153	1,193
14		28		204	1,591
16		30		259	2,020
18		34		326	2,542
20		36		399	3,112
22		40		478	3,728
24		42		567	4,422
26		44		662	5,163

$k = 3; \alpha = 50^\circ \pm 5^\circ$

Tiếp bảng 7.14

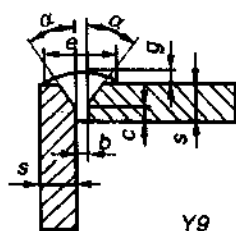


$$F_H = sb + \frac{1}{4}(s-c)^2 \tan \alpha + 1,5eg$$

Kích thước (mm)			Giá trị tính toán	
s	e	g	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)
12	18	0,5 ⁺² _{-0,5}	88	0,686
14			105	0,819
16	20	0,5 ⁺² _{-0,5}	128	0,998
18			150	1,170
20	22		178	1,388
22			205	1,599
24	26		242	1,887
26			274	2,137
28	28		311	2,425
30			347	2,706
32	32		418	3,260
34			459	3,580
36	34	0,5 ⁺³ _{-0,5}	507	3,954
38			553	4,313
40	38		612	4,773
42			663	5,171
44	42		721	5,623
46			776	6,052
48	44		844	6,583
50			905	7,059
52	46		973	7,589
54			1037	8,088
56	48		1110	8,658
58			1213	9,461
60	50		1258	9,812

$b = 2^{+1}_{-2}$; $c = 1 \pm 1$; $\alpha = 50^\circ \pm 5^\circ$.

Tiếp bảng 7.14

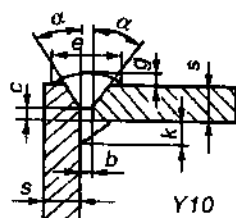


$$F_H = sb + (s - c)^2 \tan \alpha + 0,75eg$$

Kích thước (mm)		Giá trị tính	
s	e	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
12	22	94	0,733
14		121	0,943
16	28	157	1,224
18		192	1,497
20	32	234	1,825
22		277	2,160
24	36	328	2,558
26		379	2,956
28	42	439	3,424
30		498	3,884
32	46	522	4,071
34		629	4,906
36	52	710	5,538
38		786	6,130
40	56	867	6,762
42		951	7,417
44	60	1042	8,127
46		1135	8,853
48	64	1232	9,609
50		1335	10,413

$$b = c = 2^{+1}_{-2}; g = 0,5^{+2}_{-0,5}; \alpha = 27^\circ \pm 3^\circ.$$

Tiếp bảng 7.14

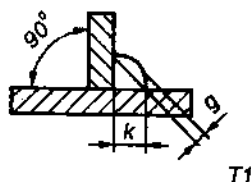


$$F_H = sb + (s - c)^2 \tan \alpha + 0,75eg + \frac{k^2}{2} + 1,05kg$$

Kích thước (mm)		Giá trị tính		Kích thước (mm)		Giá trị tính	
s	e	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$	s	e	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
12	22	101	0,787	32	46	529	4,126
14		128	0,998	34		636	4,960
16		164	1,279	36	52	717	5,592
18	28	199	1,552	38		793	6,185
20		241	1,879	40	56	874	6,817
22		284	2,215	42		958	7,472
24	36	335	2,613	44	60	1049	8,182
26		386	3,010	46		1142	8,907
28		446	3,478	48	64	1239	9,664
30	42	505	3,939	50		1342	10,467

$$b = c = 2 \pm 1; g = 0,5 \pm 0,5; \alpha = 27^\circ \pm 3^\circ; k = 3.$$

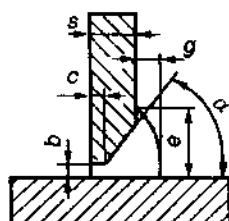
Bảng 7.15. Liên kết chữ T khi hàn tay



$$F_H = \frac{k^2}{2} + 1,05kg$$

Kích thước (mm)			Giá trị tính	
s	k	b	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)
2-2,5	3 ⁺²	0 ⁺¹	12,2	0,095
3-4,5		0 ⁺²		
5-6	4 ⁺² ₋₁		14,7	0,114
7-9	5 ⁺² ₋₁		20,9	0,163
10-15	6 ⁺² ₋₁		27,9	0,217
16-21	7 ± 2	0 ⁺³	31,8	0,248
22-30	8 ± 2		40,4	0,315

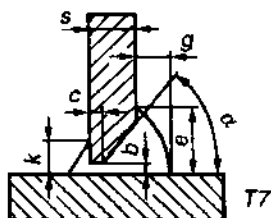
Tiếp bảng 7.15.



$$F_H = sb + \frac{1}{2}(s-c)^2 \operatorname{tg} \alpha + 0,75eg$$

$$\alpha = 50^\circ \pm 5^\circ$$

Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
s	b = c	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
4	1 ± 1	10	3 ⁺¹ ₋₃	27,6	0,215
6		14		51,0	0,397
8		16		76,5	0,596
10		20		114	0,889
12	2 ⁺¹ ₋₂	22	4 ± 3	192	1,497
14		26		249	1,942
16		28		308	2,402
18		32	5 ± 3	407	3,174
20	2 ⁺¹ ₋₂	34		485	3,783
22		38		575	4,485
24		40		671	5,233
26		42		771	6,013

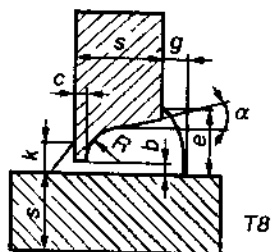


$$F_H = sb + \frac{1}{2}(s-c)^2 \operatorname{tg} \alpha + 0,75eg + \frac{k^2}{2} + 1,05kg$$

Kích thước (mm)				Giá trị tính toán	
s	b = c	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
4	1 ± 1	10	3 ⁺¹ ₋₃	35,0	0,273
6		14		58,6	0,457
8		16		84,0	0,655
10		20		122	0,951
12	2 ⁺¹ ₋₂	22	4 ± 3	199	1,552
14		26		256	1,996
16		28		315	2,457
18		32	5 ± 3	414	3,229
20	2 ⁺¹ ₋₂	34		492	3,837
22		38		582	4,539
24		40		678	5,288
26		42		778	6,068

$$\alpha = 50^\circ \pm 5^\circ; k = 3.$$

Tiếp bảng 7.15.

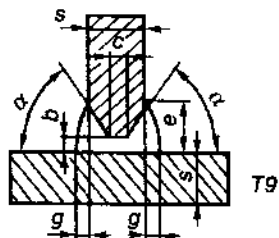


$$F_H = 0,785R^2 + bc + \frac{1}{2}(s - R - c)^2 \tan \alpha + \\ + R(s - R - c) + 0,75eg + \frac{k^2}{2} + 1,05kg$$

Kích thước (mm)			Giá trị tính toán	
s	e	g	$F_H(mm^2)$	$m_H(kg/m)$
15	16	6 ± 3	170	1,326
16			180	1,404
18	17		204	1,591
20			225	1,755
22	18		257	2,004
24			277	2,160
26	20		311	2,425
28			347	2,706
30	22	8 ± 3	408	3,182
32			437	3,408
34	24		480	3,744
36			512	3,993
38	26		558	4,352
40			593	4,625
42	27	10 ± 3	676	5,272
44			714	5,569
46	28		760	5,928
48			800	6,240
50	29		849	6,622
52			893	6,965
54	30		945	7,371
56			980	7,644
58	31		1045	8,151
60			1094	8,533

$$c = 2^{+1}_{-2}; b = 2 \pm 1; R = 7^{+1}; k = 3; \alpha = 18^\circ \pm 2^\circ$$

Tiếp bảng 7.15.

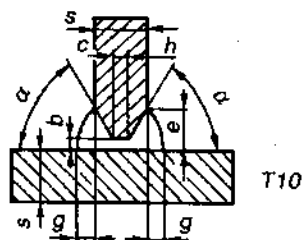


$$F_H = sb + \frac{1}{4}(s - c)^2 \tan \alpha + 1,5eg$$

Kích thước (mm)			Giá trị tính toán	
s	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
12	16	3 ± 3	126	0,983
14			143	1,115
16			172	1,340
18			194	1,513
20	20	5 ± 3	287	2,235
22			314	2,450
24			373	2,910
26			405	3,160
28	26	6 ± 3	493	3,740
30			529	4,125
32			604	4,710
34			645	5,030
36	32	9 ± 3	849	6,625
38			895	6,972
40			997	7,780
42			1048	8,175
44	38	11 ± 3	1128	8,800
46			1183	9,230
48			1422	11,100
50			1483	11,570
52	44	13 ± 3	1577	12,300
54			1641	12,800
56			1880	14,670
58			1983	15,470
60	46		2063	16,100

$$c = 1 \pm 1; b = 2 \cdot \frac{1}{2}; \alpha = 50^\circ \pm 5^\circ$$

Tiếp bảng 7.15.

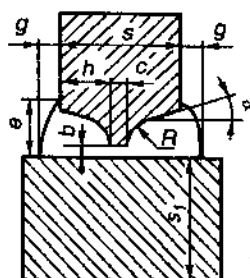


$$F_H = sb + \frac{1}{2}h^2\text{tg}\alpha + \frac{1}{2}(s-h-c)^2\text{tg}\alpha + 1,5eg$$

Kích thước (mm)			Giá trị tính toán	
s	e	g	$F_H(\text{mm}^2)$	$m_H(\text{kg/m})$
12	16	3 ± 3	115	0,897
16			138	1,076
18			169	1,318
22			201	1,568
24	22	5 ± 3	292	2,278
28			328	2,559
30			374	2,918
34			420	3,279
36	28	6 ± 3	495	3,860
40			548	4,270
42			586	4,570
46			648	5,060
48	34	9 ± 3	706	5,506
52			925	7,220
54			979	7,630
58			1054	8,225
60	40	11 ± 3	1136	8,857
64			1228	9,580
66			1410	10,998
70			1492	11,637
72	46	13 ± 3	1588	12,386
76			1683	13,127
78			1749	13,642
82			1853	14,453
84	52	13 ± 3	2112	16,473
88			2223	17,339
90			2301	17,947
92			2341	18,259
96	58	13 ± 3	2536	19,780
98			2581	20,131
100	60	13 ± 3	2702	21,075

$c = b = 2 \pm 1; \alpha = 50^\circ \pm 5^\circ$

Tiếp bảng 7.15.



T11

$$F_H = sb + \frac{1}{2} \pi R^2 + 2R \left(\frac{s-c}{2} - R \right) + \left(\frac{s-c}{2} - R \right)^2 \tan \alpha + 1,5eg$$

Kích thước (mm)			Giá trị tính toán	
s	e	g	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$
30	15	6 ± 3	390	3,042
32			414	3,229
34	16		447	3,468
36			472	3,681
38	17		507	3,954
40			533	4,157
42	18		569	4,438
44			597	4,656
46	19	8 ± 3	634	4,945
48			664	5,179
50	20		763	5,951
52			793	6,185
54	21		836	6,520
56			868	6,770
58	22		913	7,121
60			945	7,371
62	23	990	7,722	
64		1027	8,010	
66	24	1146	8,938	
68		1181	9,211	
70	25	10 ± 3	1243	9,695
72			1270	9,906
74	26		1323	10,319
76			1362	10,623
78	27		1417	11,052
82			1461	11,395
84	28		1516	11,824
88			1638	12,776
90	29		1697	13,238
94			1787	13,938
96	30		1848	14,414
100			1943	15,155

$$b = 2 \pm 1; c = 2^{+1,5}_{-0,5}; \alpha = 18^\circ \pm 2^\circ; R = 7^{\frac{1}{4}}$$

Bảng 7.16. Hệ số tiêu hao que hàn khi hàn thép kết cấu cacbon và thép hợp kim thấp

Loại que hàn	Mác que hàn	Hệ số		
		Khối lượng phủ k	ψ	Tiêu hao
334	АН-1	0,02-0,04	0,20-0,25	1,50
334	Me	0,02-0,04	0,20-0,25	1,50
342	ОММ-5	0,30-0,40	0,15-0,20	1,76
342	СМ-5	-	-	1,80
342	Ц М-7	0,38-0,42	0,10	1,71
342	КПЗ -32p	-	-	1,60
342	УНЛ -1	-	-	1,80
342	Ц М-7с	0,50-0,60	0,05-0,10	1,80
342	МЭЗ-0,4	0,35-0,40	0,15-0,25	1,86
342	АНО-5	-	-	1,60
342	АНО-6	0,36	0,17	1,70
342	АНО-1	-	-	1,50
342	ОМА-2	-	-	1,50
342	ВСП-1	-	-	1,60
342	Ц М-8	0,35-0,40	0,08	1,62
342A	УОНИ-13/45	0,30-0,40	0,15	1,73
342	ЦНИЛСС-УКД	0,36-0,40	0,09	1,65
342	ВСЦ-2	-	-	1,80
342A	СМ-11	-	-	1,45
342A	УП-1/45	-	-	1,80
342A	УП-2/45	-	-	1,60
342A	ОЗС-2	-	-	1,60
346	АНО-3	-	-	1,60
346	АНО-4	-	-	1,70
346	МР-1	-	-	1,60
346	МР-3	-	-	1,70
346	ОЗС-4	-	-	1,70
346	ОЗС-6	-	-	1,60
346	РБУ-4	-	-	1,68
346	РБУ-5	-	-	1,50
346	ЗРС-2	-	-	1,60
346	ОЗС-3	-	-	1,60
346	ЗРС-1	-	-	1,60

Tiếp bảng 7.16

Loại que hàn	Mác que hàn	Hệ số		
		Khối lượng phủ k	ψ	Tiêu hao
Э46А	Э138/45Н	-	-	1,70
Э50	BCЦ-3	-	-	1,40
Э50	BCН-3	-	-	1,60
Э50А	YOHИ-13/55	0,30-0,40	0,13	1,70
Э50А	ДСК-50	-	-	1,40
Э50А	УП-1/55	-	-	1,60
Э50А	УП-2/55	-	-	1,60
Э50А	К-5А	-	-	1,70
Э50А	УП-2/55у	0,30-0,35	0,05-0,07	1,53
Э50А	У-340/55	0,35-0,45	0,18-0,2	1,88
Э50А	ЦУ-1	0,28-0,32	0,034	1,47
Э50А	ЦУ-1сх	0,28-0,32	0,02	1,46
Э50А	ЦУ-2сх	0,28-0,32	0,06	1,50
Э50	К-51	0,25-0,30	0,07	1,50
Э50	К-52	0,25-0,30	0,07	1,50
Э50А	Э-138/50Н	-	-	1,70
Э50А	АН-Х7	-	-	1,70
Э55	YOHИ-13/55у	0,30-0,40	0,02-0,08	1,53
Э60А	YOHИ-13/65	0,30-0,40	0,13	0,68
Э60А	У-340/65	0,35-0,45	0,13	1,75
Э70	ЛКЗ-70	-	-	1,50
Э70	К-70	0,25-0,30	0,15	1,64
Э85	YOHИ-13/85	0,30-0,40	0,10-0,12	1,65
Э85	YOHИ-13/85у	0,30-0,40	0,02-0,07	1,53
Э85	НИАТ-3М	0,38-0,47	0,01-0,02	1,78
Э85	ЦЛ-18	0,28-0,32	0,13	1,64
Э85	ЦЛ-18-Мо	0,28-0,32	0,11	1,58
Э100	У-340/105	0,30-0,40	0,05-0,15	1,62
Э100	ЦЛ-19	0,28-0,32	0,10	1,58

Bảng 7.17. Hệ số tiêu hao que hàn khi hàn thép hợp kim cao với tính chất đặc biệt

Loại que hàn	Mác que hàn	Hệ số		
		k	ψ	Tiêu hao
ЭА-1а	ОЗЛ-8	0,33-0,37	0,03-0,07	1,53
ЭА-1Б	ОЗЛ-7	0,35-0,39	0,04-0,07	1,55
ЭА-1Б	ЦЛ-11	0,31-0,33	0,05-0,10	1,54
ТУ-ОС3	ЦЛ-15	0,32-0,36	0,05-0,10	1,55
ТУ-ОС3	Л-40М	0,30-0,32	0,05-0,10	1,53
ТУ-ОС3	ЭНТУ-ЗБ	0,34-0,38	0,03-0,07	1,54
ТУ1078-64	НИАТ-1	0,18-0,32	0,05-0,10	1,46
ТУ ОС3	ЦТ-1	0,50-0,60	0,05-0,10	1,78
ТУ 151-60	НИС-13	0,32-0,36	0,03-0,07	1,52
ТУ 151-60	ОЗЛ-4	0,35-0,39	0,00-0,05	1,51
ЭА-2	ОЗЛ-6	0,35-0,39	0,03-0,07	1,55
ЭА-2	ОЗЛ-6р	0,35-0,39	0,10-0,15	1,69
ТУ-ОС3	ОЗЛ-9-1	0,35-0,39	0,0-0,05	1,51
ТУ-ОС3	ОЗЛ-9А	0,35-0,39	0,05-0,10	1,59
ЭА-2С2	ОЗЛ-5	0,35-0,39	0,03-0,07	1,55
ЭА-3М6	НИАТ-5	0,30-0,40	0,02-0,04	1,51
ТУ 1068-63	АЖ - 13-18	0,29-0,31	0,02-0,05	1,47
ЭФ - X13	УОНИ-13/НЖ	0,34-0,38	0,05-0,10	1,58
ЭА-2Б	ЦЛ-9	0,44-0,47	0,07	1,69
ЭА-1	ОЗЛ-14	-	-	1,60
А-1а	Л-39	-	-	1,60
ЭА-1Ба	Л-38М	-	-	1,70
ЭА-1М2	ЗИО-3	-	-	1,55
ЭА-1М2	ЭА-400/10у	-	-	1,80
ЭА-1М2	ЭНТУ-3М	-	-	1,65
ЭА-1М2Б	ЦЛ-4	-	-	1,50
ЭА-1М2Б	ЭА-902/14	-	-	1,80
ЭА-1М2Б	ЦЛ-28	-	-	1,60
ЭА-1М2Б	НЖ-13	-	-	1,75
ЭА-1Ф2	ЭА-400/13	-	-	1,80
ЭА-1Ф2	ЭА-606/11	-	-	1,80
ЭФ-X13	ГЛ-2	-	-	1,60
ЭФ-X17	УОНИ-10Х13	-	-	1,60
-	УОНИ-/10Х17Т	-	-	1,60
-	ОЗЛ-3	-	-	1,50
-	15М	-	-	1,60
-	ОЗЛ-11	-	-	1,60

Bảng 7.18. Hệ số tiêu hao que hàn khi hàn thép hợp kim bền nhiệt

Loại que hàn	Mác que hàn	Hệ số	
		ψ	Tiêu hao
Э-ХМФ-Ф	ЦЛ-20А	0,02-0,05	1,49
Э-ХМФ-Ф	ЦЛ-20Б	0,02-0,05	1,49
ТУ 1119-65	ЦЛ-20М	0,02-0,05	1,49
Э-ХМФБ-Ф	ЦЛ-27А	0,02-0,05	1,49
Э-ХМФБ-Ф	ЦЛ-27Б	0,02-0,05	1,49
Э-Х2МФБ-Ф	ЦЛ-26М	0,02-0,05	1,49
Э-Х5МФ-Ф	ЦЛ-17	0,04-0,08	1,53
Э-МХ-Р	ЦЛ-14	-	1,60
Э-МХ-Ф	ГЛ-14	-	1,50
Э-ХМ-Ф	ЦЛ-30-63	-	1,60
Э-ХМФ-Ф	ЦЛ-20-63	-	1,60
Э-Х2МФБ-Ф	ЦЛ-26М-63	-	1,60
Э-Х5МФ-Ф	ЦЛ-17-63	-	1,60
ЭА-1Г6	СЛ-16	-	1,60
ЭФ-Х13	ЛМЗ -1	-	1,70

Hệ số khối lượng thuốc bọc cho các mác que hàn $k = 0,3 \div 0,35$.

Bảng 7.19. Hệ số tiêu hao que hàn khi đắp bề mặt có các tính chất đặc biệt

Loại que hàn	Mác que hàn	Hệ số		
		k	ψ	Tiêu hao
ЭН-60Х2СМ-50	ЭН-60М	0,48-0,58	0,0-0,10	1,73
ЭН-80В18Х4Ф-60	ОЗИ-1	1,10-1,25	-0,40	1,75
	ОЗИ-2	1,10-1,25	-0,40	1,45
ЭН-У30Х25ПС2Г-60	T-590	1,65	-1,0 $\pm$ 1,15	1,40
ЭН-У30Х23-РС2ТГ-55	T-620	1,65	-1,0 $\pm$ 1,5	1,3

Bảng 7.20. Hệ số tiêu hao que hàn khi hàn hợp kim màu và gang

Loại que hàn	Mãc que hàn	Hệ số		
		k	ψ	Tiêu hao
TY 1033-62	O3Ч-1	0,30-0,35	0,0 ÷ (-0,05)	-
TY 1034-62	MHЧ-1	-	0,0-0,05	-
TY 1035-62	ЦЧ-4	0,58-0,62	0,0-0,05	1,76
TY ЦНИИТМАШ и ОСЗ	ЦЧ-3А	0,30-0,32	0,0-0,05	1,46
TY 1036-62	O3A-1	-	0,15-0,20	2,3
TY 1037-62	O3A-2	-	0,15-0,20	2,3
TY 1079-64		0,20	0,05-0,15	1,4

Bảng 7.21. Hệ số điều chỉnh cho định mức tiêu hao que hàn

Chiều dài que hàn (mm)	Chiều dài que hàn sử dụng (mm)				
	450	400	350	300	250
450	1,0	1,02	1,04	1,07	1,12
350	0,96	0,98	1,0	1,03	1,07
250	0,89	0,91	0,93	0,96	1,0

6.2. Dây hàn và thuốc hàn để hàn tự động và bán tự động

Kích thước kết cấu của liên kết hàn, công thức tính toán diện tích tiết diện ngang của mối hàn, định mức tiêu hao dây và thuốc cho liên kết hàn cho trong bảng 7.15 ÷ 7.25

Định mức tiêu hao dây được tính theo công thức (2). Giá trị hệ số tiêu hao dây cho hàn tự động $k_p = 1,02$; cho hàn bán tự động là $k_p = 1,03$.

Định mức tiêu hao thuốc tính theo công thức (7). Giá trị hệ số tiêu hao thuốc:

1) Đối với các mối hàn giáp mối, hàn góc không vát mép - khi hàn tự động là 1,3; hàn bán tự động là 1,4; khi có vát mép tương ứng là 1,2 và 1,3.

2) Cho các mối hàn của liên kết chữ T có và không vát mép đối với hàn tự động là 1,1; hàn bán tự động là 1,2.

3) Cho liên kết hàn đỉnh chốt trong giới hạn 2,7 ÷ 3.

Sự tiêu hao dây hàn có thể giảm bớt khi:

- Dùng dây theo đúng tiêu chuẩn đã định cho các liên kết hàn.
- Sử dụng các thiết bị hàn với bộ phận truyền dẫn dây trực tiếp.
- Dùng các máy hàn có các cơ cấu bán tự động truyền dẫn dây để giảm bớt tầm với của dây hàn.
- Hoàn thiện chế độ hàn để bảo đảm tổn thất là nhỏ nhất.
- Hàn không có vát mép chi tiết hàn.

Thuốc hàn được di chuyển từ thùng thuốc đến vùng hàn bằng hình thức tự động hoặc bán tự động. Chúng bị chảy tạo xỉ do hồ quang nung nóng; một phần bám vào xỉ, phần khác vẫn giữ trạng thái ban đầu. Các phân thuốc không nóng chảy sẽ được thu lại bằng thiết bị chuyên dùng hoặc bằng tay để dùng lại.

Khi thu lại bằng tay, mất mát thuốc có thể đến 20%. Nếu sử dụng các thiết bị chuyên dùng để thu lại thuốc, có thể đạt tới 90% số thuốc thu lại là dùng được.

Bảng 7.22. Mỗi hàn liên kết giáp mỗi

$$F_H = s + 0,75eg$$

Kích thước (mm)

s	1,5	2,0	2,5	3,0
e	2,5 ^{*1}	2,5 ^{*2}	2,5	
g	0,5		1	

$b = 0^{*1} \text{ mm}$

s (mm)

Giá trị tính toán

Hàn tự động

Hàn bán tự động

$F_H (mm^2)$

$m_H (kg/m)$

Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)

dây

thuốc

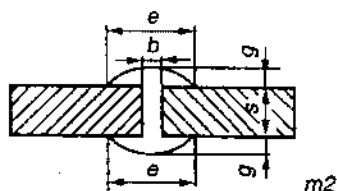
dây

thuốc

1,5	1,87	0,014	0,0142	0,0186	0,0144	0,0202
2,0	2,31	0,018	0,0183	0,0238	0,0185	0,0259
2,5	4,25	0,033	0,0336	0,0439	0,0340	0,0476
3,0	4,49	0,035	0,0357	0,0464	0,0361	0,0506

Tiếp bảng 7.22

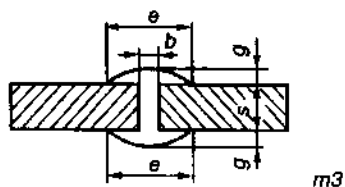
$F_H = sb + 1,5eg$										
Kích thước (mm)										
s	2	3	4	5	6	7	8	9	10-14	16-20
g	$1,5 \pm 1$		2 ± 1			$2^{+1,5}_{-1,0}$			$2,5 \pm 1,5$	25^{+12}_{-15}
e	$7 \pm 1,5$	8 ± 2	10 ± 2	12 ± 2	16 ± 3				20 ± 3	22 ± 4
b	$0^{+0,3}$	$0^{+0,5}$	$0^{+0,8}$	0^{+1}						



s (mm)	Giá trị tính toán		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
2	18,3	0,142	0,145	0,186	0,146	0,204
3	21,7	0,169	0,172	0,224	0,174	0,243
4	34,6	0,270	0,275	0,358	0,278	0,388
5	41,5	0,324	0,330	0,429	0,334	0,466
6	55,5	0,433	0,442	0,574	0,446	0,623
7	63,1	0,492	0,502	0,652	0,507	0,709
8	63,6	0,496	0,506	0,657	0,511	0,714
9	64,1	0,500	0,510	0,662	0,515	0,720
10	86,7	0,626	0,638	0,828	0,645	0,901
12	87,7	0,684	0,968	0,907	0,705	0,986
14	88,7	0,692	0,706	0,917	0,713	0,997
16	109,2	0,850	0,867	1,127	0,876	1,224
18	110,2	0,860	0,877	1,140	0,886	1,240
20	111,2	0,867	0,884	1,150	0,892	1,250

Tiếp bảng 7.22

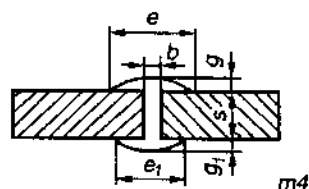
F _H = sb + 1,5eg												
Kích thước (mm)												
s	2	3	4-5	6	7-9	10	12-14	16-20	22	30	40	50
g	1,5 ± 1		2 ± 1,5				2,5 ± 1,5	2,5 ^{+2,5} _{-1,5}		3 ⁺³ ₋₂		
e	7 ± 1,5	8 ± 2	10 ± 2	16 ± 3		20 ± 3		22 ± 4		30 ± 4	40 ± 4	45 ± 4
b	0 ⁺¹	1 ± 1			2 ± 2					6 ± 1	8 ± 1	8 ± 2



s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)	
			dây	thuốc				dây	thuốc
2	19,07	0,148	0,151	0,196	12	105,7	0,824	0,840	1,093
3	24,0	0,187	0,191	0,248	14	109,7	0,855	0,872	1,134
4	38,5	0,300	0,306	0,398	16	133,2	1,040	1,060	1,376
5	39,5	0,308	0,314	0,408	18	137,2	1,080	1,102	1,430
6	60,75	0,474	0,483	0,628	20	141,2	1,102	1,124	1,460
7	68,75	0,536	0,547	0,710	22	155,0	1,210	1,234	1,603
8	70,75	0,552	0,563	0,732	30	332,0	2,590	2,640	3,430
9	72,75	0,567	0,579	0,752	40	544,5	4,250	4,340	5,630
10	86,7	0,677	0,691	0,897	50	755,0	5,880	6,000	7,790

$$F_H = sb + 0,75eg$$

Tiếp bảng 7.22

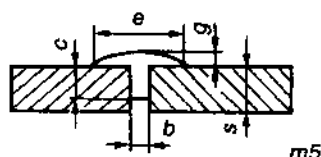


m4

Kích thước (mm)				
s	2	3	4	5
b	0,5 ± 0,5	2 ± 1		
g	1,5 ± 1		2 ± 1	
e	7 ± 1,5	8 ± 2	10 ± 2	12 ± 2
e ₁	8 ± 2			10 ± 2
g ₁ = 1,5 ± 0,5 mm				

s (mm)	Giá trị tính toán		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
1	10,0	0,078	0,0796	0,103	0,0804	1,125
3	13,5	0,105	0,107	0,139	0,108	0,151
4	20,0	0,156	0,159	0,206	0,161	0,225
5	24,5	0,190	0,194	0,252	0,196	0,274

$$F_H = cb + 0,75eg$$



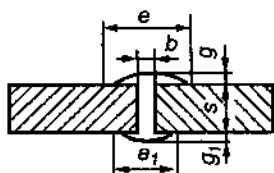
m5

Kích thước (mm)				
	2	3	4	5
b	0 + 0,3	0 + 0,5	0 + 0,8	0 + 10
g	1,5 ± 1		2 ± 1	
e	7 ± 1,5	8 ± 2	10 ± 2	12 ± 2
c = min 0,6s				

s (mm)	Giá trị tính toán		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
1	9,3	0,072	0,073	0,095	0,074	1,104
3	11,2	0,087	0,088	0,115	0,089	0,125
4	18,1	0,141	0,144	0,187	0,145	0,203
5	22,0	0,172	0,175	0,228	0,177	0,248

Tiếp bảng 7.22

$$F_H = sb + 0,75(eg + e_1g_1)$$

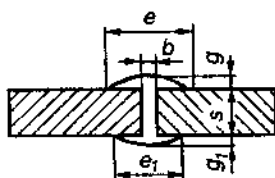


m6

Kích thước (mm)							
s	1	3	4	5	6	7	8-10
b	0 ⁺¹	1 ± 1		1,5 ± 1		2 ± 1,5	
e	10 ± 2		14 ± 2		18 ± 3		22 ± 4
g	1,5 ± 1		2 ± 1,5				
g ₁	1 ± 1		1,5 ± 1			2 ± 1	
e ₁ = 4 ± 2 mm							

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)	
			dây	thuốc				dây	thuốc
2	18,2	0,142	0,145	0,188	7	51,8	0,404	0,412	0,535
3	20,2	0,157	0,160	0,208	8	60,9	0,475	0,484	0,630
4	33,2	0,259	0,264	0,343	9	62,9	0,490	0,500	0,649
5	36,7	0,286	0,292	0,379	10	64,9	0,507	0,517	0,672
6	45,2	0,353	0,360	0,468					

$$F_H = sb + 0,75 (eg + e_1g_1)$$



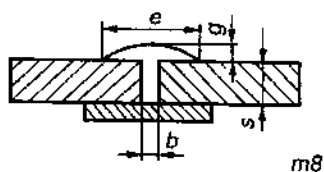
m7

Kích thước (mm)					
s	4	5	6	7	8-10
b	1 ^{+0.5}	1,5 ^{+0.5}		2 ⁺¹	
e	14 ± 2		18 ± 3		22 ± 4
g ₁	1,5 ± 1			2 ± 1	
e ₁ = 4 ± 2 mm; g = 2 ± 1,5 mm					

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)	
			dây	thuốc
4	34,2	0,267	0,272	0,354
5	39,2	0,306	0,312	0,405
6	48,2	0,376	0,384	0,498
7	55,3	0,432	0,441	0,573
8	64,9	0,506	0,516	0,670
9	67,4	0,526	0,536	0,697
10	70,0	0,546	0,557	0,723

Tiếp bảng 7.22

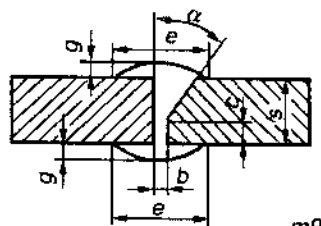
$$F_H = sb + 0,75eg$$



m8

Kích thước (mm)								
s	2	3	4	5	6	7	8	9-10
b	1,5 ± 1		2 ± 1		3 ± 1,5			4 ± 1,5
g	1,5 ± 1		2 ± 1,5					
e	10 ± 2		14 ± 2			18 ± 3		22 ± 4

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
2	15,6	0,122	0,1245	0,161	0,1256	0,175
3	17,2	0,134	0,1368	0,177	0,1380	0,193
4	50,9	0,397	0,405	0,526	0,409	0,572
5	52,9	0,412	0,420	0,547	0,425	0,594
6	73,6	0,574	0,586	0,760	0,592	0,827
7	76,7	0,597	0,609	0,791	0,614	0,859
8	91,8	0,716	0,730	0,948	0,737	1,030
9	103,8	0,810	0,826	1,074	0,835	1,167
10	107,8	0,840	0,857	1,114	0,865	1,210

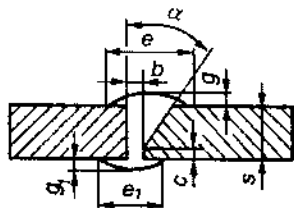


m9

$$F_H = sb + \frac{(s-c)^2}{2} \tan \alpha + 1,5eg$$

Kích thước (mm)				
s	14	16	18	20
c	6 ± 1		7 ± 1	
g	18 ± 3		22 ± 4	
e	2,5 ± 1,5		2,5 ⁺² _{-1,5}	
b = 0 ⁺¹ mm; α = 40° ± 5°				

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)	
			dây	thuốc
14	108,4	0,845	0,862	1,103
16	134,6	1,050	1,070	1,285
18	163,7	1,275	1,300	1,560
20	185,4	1,445	1,474	1,770



m10

$$F_H = sb + \frac{(s-c)^2}{2} \operatorname{tg} \alpha + 0,75 (eg + e_1 g_1)$$

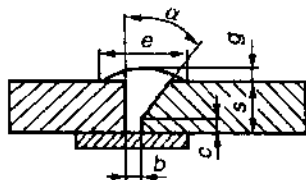
Kích thước (mm)

s	8-9	10	12-14	16-20
e	18 ± 3	20 ± 4	22 ± 4	24 ± 4
g	2 ± 1,5		2,5 ± 1,5	2,5 ⁺² _{-1,5}

$$b = 2 \pm 1 \text{ mm}; \alpha = 40^\circ \pm 5^\circ; e_1 = 4 \pm 2 \text{ mm};$$

$$g_1 = 2 \pm 1,5 \text{ mm}$$

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động	
	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)	
			dây	thuốc
8	71,2	0,556	0,572	0,686
10	91,2	0,710	0,731	0,877
12	122,3	0,953	0,981	1,177
14	145,3	1,133	1,166	1,399
16	180,8	1,410	1,452	1,742
18	210,5	1,640	1,689	2,026
20	243,7	1,895	1,951	2,341



m11

$$F_H = sb + \frac{(s-c)^2}{2} \operatorname{tg} \alpha + 0,75eg$$

Kích thước (mm)

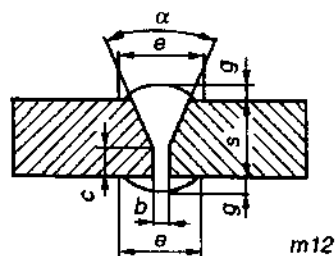
s	8	9	10	12	14	16	18	20	22-24	26-30
b	2 ± 1				3 ± 1,5		4 ± 1,5		5 ± 1,5	
e	18 ± 3		20 ± 3		22 ± 4		24 ± 4		26 ± 4	30 ± 4
g	2 ± 1,5			2,5 ± 1,5		2 ⁺² _{-1,5}			2 ^{+2,5} _{-1,5}	

$$c = 1,5 \pm 1; \alpha = 30^\circ \pm 5^\circ$$

Tiếp bảng 7.22

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
8	57,1	0,445	0,453	0,543	0,458	0,595
9	63,3	0,494	0,503	0,603	0,508	0,660
10	75,5	0,588	0,599	0,718	0,605	0,786
12	103,2	0,805	0,821	0,985	0,829	1,077
14	134,8	1,050	1,071	1,285	1,081	1,405
16	155,7	1,215	1,229	1,474	1,251	1,626
18	198,9	1,551	1,582	1,898	1,597	2,076
20	227,4	1,770	1,805	2,166	1,823	2,369
22	300,2	2,400	2,448	2,937	2,472	3,213
24	335,1	2,610	2,662	3,194	2,688	3,494
26	380,4	2,970	3,029	3,634	3,059	3,976
28	420,4	3,300	3,366	4,039	3,389	4,405
30	462,9	3,610	3,682	4,418	3,708	4,820

$$F_H = sb + (s - c)^2 \tan \frac{\alpha}{2} + 1,5eg$$

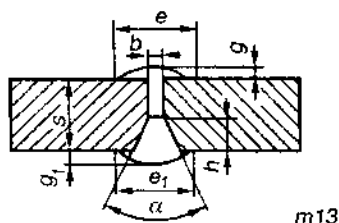


Kích thước (mm)						
s	14	16	18	20	22	24
e	18 ± 3		22 ± 4		24 ± 4	
g	2 ± 1,5		2,5 ^{+2,5} _{-1,5}		2,5 ^{+2,5} _{-1,5}	
c	6 ± 1		7 ± 1		8 ± 1	
b = 0 ⁺¹ mm, α = 60° ± 5°						

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
14	105,8	0,825	0,842	1,010	0,850	1,105
16	149,4	1,165	1,188	1,425	1,200	1,560
18	181,6	1,415	1,444	1,734	1,458	1,890
20	210,4	1,640	1,672	2,010	1,690	2,200
22	245,7	1,915	1,954	2,340	1,974	2,560
24	281,5	2,195	2,238	2,680	2,260	2,940

$$F_H = (s - h)b + 0,75eg$$

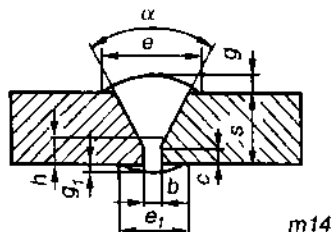
$$F_{H1} = hb + h^2 \tan \frac{\alpha}{2} + 0,75e_1 g_1$$



Kích thước (mm)							
s	5-6	7	8	9	10	12	14
h	3 ± 1		4 ± 1		5 ± 1		8 ± 1
e	17 ± 3				20 ± 4		
e ₁	12 ± 2		13 ± 2		14 ± 2		16 ± 2
g	2 ± 1	$2,5^{+2}_{-1,5}$				$2,5 \pm 1,5$	
$b = 2 \pm 1 \text{ mm}; g_1 = 1,5 \pm 1; \alpha = 60^\circ \pm 5^\circ$							

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
5	32,7	0,255	0,260	0,338	0,263	0,367
6	34,7	0,271	0,276	0,359	0,279	0,390
7	40,5	0,316	0,322	0,418	0,326	0,455
8	40,5	0,316	0,322	0,418	0,326	0,455
9	48,5	0,378	0,385	0,500	0,389	0,545
10	48,5	0,378	0,385	0,500	0,389	0,545
12	57,0	0,445	0,454	0,590	0,458	0,641
14	55,0	0,428	0,437	0,567	0,442	0,616

s (mm)	Giá trị tính		s (mm)	Giá trị tính	
	F _{H1} (mm ²)	m _{H1} (kg/m)		F _{H1} (mm ²)	m _{H1} (kg/m)
5	28,05	0,219	9	35,3	0,275
6	28,05	0,219	10	43,7	0,341
7	28,05	0,219	12	43,7	0,341
8	35,3	0,275	14	74,7	0,583



m14

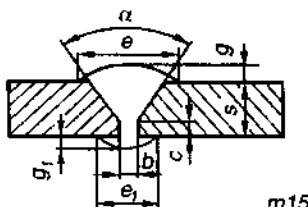
$$F_H = b(s - h) + (s - c)^2 \tan \frac{\alpha}{2} - (h - c)^2 \tan \frac{\alpha}{2} + 0,75eg;$$

$$F_{H1} = bh + (h - c)^2 \tan \frac{\alpha}{2} + 0,75e_1g_1;$$

Kích thước (mm)						
s	14	16	18-20	22	24	26-30
e	20 ± 14		25 ± 5	30 ± 6		37 ± 7
g	2 ± 1,5		2,5 ⁺² _{-1,5}		2,5 ⁺²	
b = 2 ± 2 mm; g ₁ = 0 ⁺³ mm; e ₁ = 9 mm; h = 6 mm; c = 2 ± 1 mm; α = 60° ± 5°						

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
14	117	0,912	0,930	1,115	0,940	1,220
16	163	1,271	1,297	1,560	1,311	1,702
18	213	1,660	1,693	2,025	1,710	2,223
20	257	2,015	2,043	2,453	2,075	2,695
22	329	2,565	2,615	3,140	2,640	3,430
24	382	2,980	3,040	3,650	3,070	3,990
26	458	3,580	3,640	4,370	3,690	4,800
28	520	4,060	4,140	4,970	4,180	5,430
30	586	4,570	4,660	5,580	4,710	6,120

$$F_H = sb + (s - c)^2 \tan \frac{\alpha}{2} + 0,75(eg + e_1g_1)$$

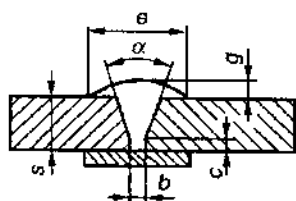


m15

Kích thước (mm)						
s	8-9	10	12	14	16-20	22-24
c	3 ± 1			4 ± 1		
e	18 ± 3	20 ± 3	22 ± 4		24 ± 4	26 ± 5
g	2 ± 1,5		2,5 ± 1,5		2,5 ⁺² _{-1,5}	2,5 ⁺² _{-1,5}
b = 2 ± 1 mm; e ₁ = 4 ± 2 mm; g ₁ = 2 ± 1,5; α = 50° ± 5°						

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)	
			dây	thuốc				dây	thuốc
8	67,2	0,525	0,535	0,643	16	163,6	1,275	1,300	1,560
9	74,4	0,581	0,593	0,711	18	192,0	1,498	1,528	1,834
10	85,6	0,667	0,680	0,817	20	224,3	1,750	1,785	2,140
12	117,0	0,912	0,930	1,118	22	271,1	2,115	2,156	2,590
14	130,0	1,015	1,035	1,242	24	309,8	2,420	2,468	2,960

Tiếp bảng 7.22



$$F_H = sb + (s - c)^2 \tan \frac{\alpha}{2} + 0,75eg$$

m16

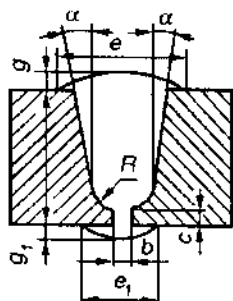
Kích thước (mm)

s	8-9	10	12	14	16	18	20	22-24	26-30
b	2 ± 1			3 ± 1,5		4 ± 1,5		5 ± 1,5	
e	18 ± 3	20 ± 3	22 ± 4		24 ± 4		26 ± 4	30 ± 4	

$$g = 2 \pm 1,5 \text{ mm}; c = 1,5 \pm 1; \alpha = 30^\circ \pm 5^\circ$$

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
8	58,4	0,456	0,465	0,557	0,469	0,611
9	64,2	0,501	0,512	0,613	0,516	0,672
10	73,8	0,576	0,588	0,705	0,594	0,772
12	91,8	0,717	0,732	0,877	0,738	0,960
14	122,2	0,953	0,972	1,168	0,982	1,278
16	145,7	1,137	1,160	1,392	1,170	1,523
18	186,3	1,454	1,484	1,780	1,498	1,950
20	213,1	1,663	1,695	2,038	1,712	2,230
22	267,0	2,084	2,135	2,565	2,156	2,808
24	300,0	2,340	2,390	2,866	2,412	3,140
26	340,8	2,660	2,712	3,260	2,740	3,565
28	377,9	2,950	3,010	3,610	3,040	3,955
30	417,4	3,255	3,320	3,980	3,350	4,360

Tiếp bảng 7.22



$$F_H = (s - R - c)^2 \operatorname{tg} \alpha + bs + 2(s - R - c)R + \frac{\pi R^2}{2} + 0,75$$

(eg - e₁g₁)

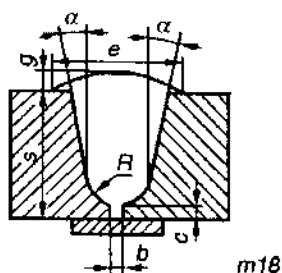
m17

Kích thước (mm)																							
s	30	32	34	36	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	80	90	100	110	115	120	125	130	
e	35	36	37	38	39	40	41	42	44	45	47	54	56	55	59	63	68	65	67	69	70	72	
e ₁	15 ⁺⁴		16 ⁺⁴						18 ⁺⁴					20 ⁺⁴									
c	5 ± 1													8 ± 1									
R	5 ± 1												8 ± 1										
g	2,5 ^{+2,5} _{-1,5}							3 ⁺³ ₋₂															
α	13° ± 2°													12° ± 2°					10° ± 2°				

b = 0⁺¹ mm; g₁ = 2,5 ± 2 mm.

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)	
			dây	thuốc
30	469	3,658	3,731	4,477
32	512	3,883	3,960	4,752
34	559	4,360	4,447	5,236
36	605	4,719	4,813	5,775
38	653	5,093	5,194	6,232
40	703	5,483	5,592	6,710
42	756	5,896	6,013	7,215
45	852	6,645	6,777	8,132
48	946	7,378	7,525	9,030
50	1003	7,823	7,979	9,574
55	1160	9,048	9,228	11,073
60	1588	12,386	12,633	15,159
65	1789	13,954	14,233	17,069
70	1821	14,203	14,487	17,384
80	2250	17,450	17,799	21,358
90	2720	21,216	21,640	25,968
100	3235	25,233	25,737	30,884
110	3439	25,824	26,340	31,608
115	3696	28,828	29,404	25,284
120	3963	30,910	31,528	37,833
125	4425	34,515	35,205	42,246
130	4520	35,256	35,961	43,153

Tiếp bảng 7.22

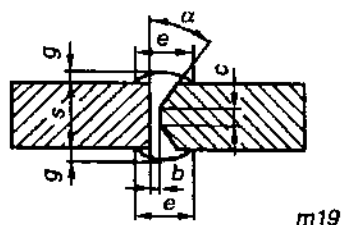


$$F_H = 1,57R^2 + bs + (s - R - c)^2 \tan \alpha + 2R(s - R - c) + 0,75eg$$

Kích thước (mm)								
s	16	20	25	30	35	40	45	50
e	25	28	31	29	32	34	36	39
g	$2,5^{+2,5}_{-1,5}$						3^{+3}_{-2}	
α	$18^{\circ} \pm 2^{\circ}$			$13^{\circ} \pm 2^{\circ}$				

$b = 0^{+2} \text{ mm}; c = 1 \pm 0,5 \text{ mm}; R = 5 \pm 1 \text{ mm}.$

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động	
	$F_H (\text{mm}^2)$	$m_H (\text{kg/m})$	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)	
			dây	thuốc
16	242,5	1,893	1,930	2,320
20	322,5	2,515	2,567	3,080
25	434,6	3,390	3,450	4,150
30	494,6	3,855	3,930	4,720
35	613,8	4,790	4,880	5,870
40	741,3	5,780	5,890	7,075
45	891,3	6,950	7,080	8,500
50	1245,0	9,715	9,900	11,900



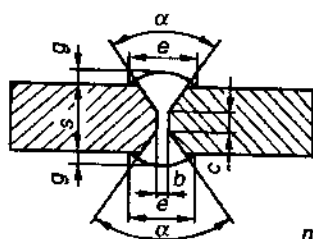
$$F_H = sb + \frac{(s - c)^2}{2} \tan \frac{\alpha}{2} + 1,5eg$$

Kích thước (mm)			
s	20-24	26-28	30
e	20 ± 3	24 ± 4	28 ± 4

$B = 0^{+1} \text{ mm}; 2,5^{+2,5}_{-1,5} \text{ mm}; c = 6 \pm 1 \text{ mm}; \alpha = 40^\circ \pm 5^\circ$

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động	
	$F_H (\text{mm}^2)$	$m_H (\text{kg/m})$	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)	
			dây	thuốc
20	152,0	1,186	1,209	1,450
22	166,0	1,295	1,320	1,584
24	181,6	1,415	1,443	1,731
26	219,6	1,710	1,744	1,981
28	238,0	1,855	1,892	2,270
30	277,0	2,160	2,203	2,643

Tiếp bảng 7.22



$$F_H = sb + \frac{(s-c)^2}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + 1,5eg$$

Kích thước (mm)

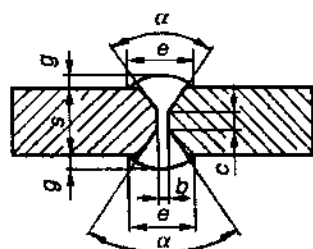
Klein (mm)								
s	20-22	24	26-28	30-36	38	40-42	44-50	52-60
g	$2,5^{+2,5}_{-1,5}$					3^{+3}_{-2}		
e	20 ± 3		22 ± 3	22 ± 4	26 ± 4		28 ± 4	32 ± 4
c	6 ± 2	8 ± 1		6 ± 1				
α	$60^\circ \pm 5^\circ$			$50^\circ \pm 5^\circ$				

$b = 0^{+1} \text{ mm}$.

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động	
	$F_H (\text{mm}^2)$	$m_H (\text{kg/m})$	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)	
			dây	thuốc
20	166	1,294	1,319	1,582
22	184	1,435	1,463	1,755
24	185	1,443	1,471	1,765
26	215	1,677	1,710	2,052
28	238	1,856	1,893	2,271
30	270	2,106	2,148	2,577
32	294	2,293	2,338	2,805
34	321	2,503	2,553	3,063
36	349	2,722	2,776	3,331
38	388	3,026	3,086	3,703
40	442	3,447	3,515	4,218
42	476	3,712	3,786	4,543
44	522	4,071	4,152	4,982
46	559	4,360	4,447	5,336
48	599	4,672	4,665	5,598
50	639	4,984	5,083	6,099
52	704	5,491	5,600	6,720
54	749	5,742	5,855	7,026
56	795	6,201	6,325	7,590
58	845	6,591	6,722	8,066
60	894	6,973	7,112	8,534

Tiếp bảng 7.22

$$F_H = sb + \frac{(s-c)^2}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + 1,5eg$$



m21

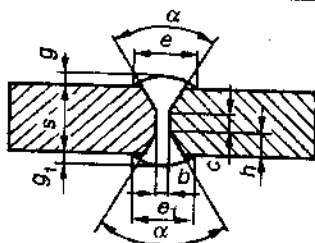
Kích thước (mm)

s	24-28	30-38	40-48	50-60
e	30 ± 5	35 ± 5	40 ± 5	45 ± 5
g	2.5 ^{+2.5} _{-1.5}		3 ⁺³ ₋₂	
α	60° ± 5°	50° ± 5°		

b = 0⁺⁴ mm; c = 6 ± 1 mm

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)	
			dây	thuốc
24	272	2,120	2,162	2,594
26	318	2,480	2,529	3,034
28	345	2,691	2,744	3,292
30	367	2,892	2,919	3,502
32	395	3,081	3,142	3,770
34	424	3,307	3,373	4,047
36	455	3,549	3,619	4,342
38	488	3,806	3,882	4,658
40	579	4,406	4,491	5,389
42	616	4,804	4,900	5,880
44	655	5,109	5,211	6,253
46	695	5,421	5,529	6,634
48	722	5,631	5,743	6,891
50	807	6,294	6,419	7,702
52	854	6,661	6,794	8,152
54	902	7,035	7,175	8,610
56	951	7,417	7,565	9,078
58	1003	7,823	7,979	9,574
60	1056	8,236	8,400	9,980

Tiếp bảng 7.22



$$F_H = (s - h)b + (s - h - c)^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + 0,75eg$$

$$F_{H1} = hb + \frac{h^2}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} + 0,75e_1g_1$$

m22

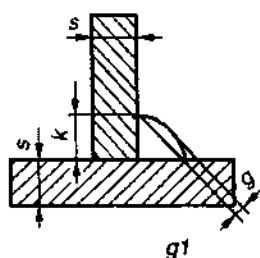
Kích thước (mm)									
s	16-20	22-26	28-32	34-36	38	40-44	46-50	52-56	58-60
b	2 ± 1					3 ± 1			
h	8 ± 1		9 ± 1		10 ± 1				
g	2,5 ^{+2,5} _{-1,5}					3 ⁺³ ₋₂			
e	18 ± 3	22 ± 4	26 ± 4	28 ± 5		34 ± 5	40 ± 5	45 ± 5	32 ± 5
e ₁	16 ± 2		17 ± 2		19 ± 2	20 ± 2			
α	50° ± 5°					45° ± 4°		40° ± 3°	

$g_1 = 1,5 \pm 1 \text{ mm}$; $\alpha_1 = 60^\circ \pm 5^\circ$; $c = 1,5 \pm 1 \text{ mm}$.

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
16	84	0,655	0,668	0,801	0,674	0,876
18	102	0,795	0,810	0,972	0,818	1,063
20	125	0,975	0,994	1,191	1,004	1,305
22	161	1,255	1,280	1,536	1,292	1,679
24	190	1,482	1,511	1,813	1,526	1,983
26	224	1,747	1,781	2,137	1,799	2,337
28	250	1,950	1,989	2,386	2,008	2,610
30	289	2,254	2,299	2,758	2,321	3,017
32	332	2,589	2,640	3,168	2,666	3,465
34	384	2,995	3,054	3,664	3,084	4,009
36	437	3,408	3,476	4,171	3,510	4,563
38	461	3,595	3,666	4,399	3,702	4,812
40	528	4,118	4,200	5,040	4,241	5,513
42	583	4,547	4,637	5,564	4,683	6,087
44	641	5,099	5,200	6,240	5,251	6,826
46	718	5,700	5,814	6,975	5,871	7,632
48	782	6,199	6,322	7,585	6,384	8,199
50	849	6,722	6,856	8,226	6,923	8,899
52	851	6,737	6,871	8,244	6,939	8,920
54	917	7,252	7,397	8,875	7,469	9,709
56	985	7,794	7,949	9,537	8,027	10,435
58	1069	8,338	8,504	10,204	8,588	11,164
60	1145	8,931	9,109	10,930	9,198	11,957

s (mm)	Giá trị tính	
	$F_{H1} (mm^2)$	$m_{H1} (kg/m)$
16 - 26	55,8	0,435
28 - 36	64,0	0,500
40 - 60	85,0	0,663

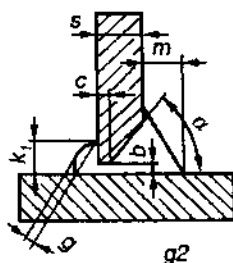
Bảng 7.23. Mối hàn liên kết chữ T



$$F_H = \frac{k^2}{2} + 1,05gk$$

Kích thước (mm)						
s	3	4 - 5	6 - 9	10	12 - 16	18 - 40
k _{min}	3		4		5	6
g	0 ⁺¹		0 ⁺²		0 ⁺³	

k (mm)	s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
		F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
				dây	thuốc	dây	thuốc
3	3-5	3,8	0,029	0,0295	0,0324	0,0298	0,0357
4	6-1	6,1	0,047	0,0479	0,0526	0,0484	0,0580
5	12-16	8,8	0,067	0,0683	0,0751	0,0690	0,0828
6	18-40	15,3	0,119	0,1213	0,1334	0,1225	0,1470



$$F_H = (s - c)b + \frac{(s - c)^2}{2} \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{2} [(s - c) \operatorname{tg} \alpha + b]m$$

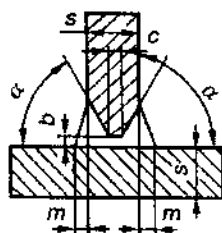
$$F_{H1} = \frac{k_1^2}{2} + 1,05gk_1$$

Kích thước (mm)					
s	10-12	14	16-18	20	22-24
m	5		6		7
k ₁	6	7	8	9	10
b = 2 ± 2 mm; c = 2 ± 1 mm; g = 0 ⁺¹ ; α = 50° ± 5°					

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
10	89	0,694	0,707	0,777	0,714	0,855
12	121	0,943	0,961	1,057	0,971	1,164
14	158	1,232	1,256	1,381	1,268	1,521
16	210	1,638	1,670	1,837	1,687	2,024
18	258	2,012	2,052	2,257	2,072	2,486
20	311	2,425	2,473	2,667	2,497	2,996
22	382	2,979	3,038	3,341	3,068	3,681
24	446	3,478	3,547	4,001	3,582	4,298

s (mm)	Giá trị tính		s (mm)	Giá trị tính	
	F _{H1} (mm ²)	m _{H1} (kg/m)		F _{H1} (mm ²)	m _{H1} (kg/m)
10	21,1	0,165	18	36,2	0,282
12	21,1	0,165	20	45,2	0,353
14	28,1	0,219	22	55,2	0,431
16	36,2	0,282	24	55,2	0,431

$$F_H = \frac{(s-c)^2}{2} \operatorname{tg} \alpha + sb + \left[\frac{(s-b)}{2} \operatorname{tg} \alpha + b \right] m$$

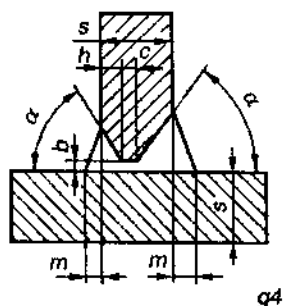


g3

Kích thước (mm)						
s	16-18	20-22	24-26	28-30	32-36	38-40
m	4	5	6	7	8	9
b = 0^{+1.5} mm; c = 4 \pm 1 mm; \alpha = 50^\circ \pm 5^\circ.						

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
16	97,4	0,759	0,774	0,851	0,781	0,937
18	119	0,928	0,946	1,040	0,955	1,146
20	157	1,224	1,248	1,372	1,260	1,512
22	185	1,443	1,471	1,618	1,486	1,783
24	230	1,794	1,829	2,011	1,847	2,126
26	266	2,074	2,115	2,326	2,136	2,563
28	320	2,496	2,545	2,799	2,570	3,084
30	361	2,815	2,871	3,158	2,899	3,478
32	424	3,297	3,362	3,698	3,395	4,074
34	471	3,663	3,736	4,109	3,772	4,526
36	519	4,038	4,118	4,529	4,159	4,990
38	594	4,623	4,715	5,186	4,761	6,223
40	650	5,070	5,171	5,688	5,222	6,266

Tiếp bảng 7.23.



$$F_H = (s-h)b + \frac{(s-h-c)^2}{2} \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{2} [(s-h-c) \operatorname{tg} \alpha + b]m$$

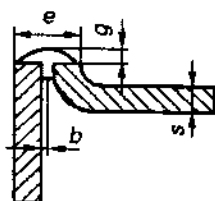
$$F_{H1} = hb + \frac{h^2}{2} \operatorname{tg} \alpha + (h \operatorname{tg} \alpha + b)m_1$$

Kích thước (mm)					
s	20	22-24	26-28	30-34	35-40
h	7 ± 1		8 ± 1	10 ± 1	12 ± 1
m	6	7	8	10	12
m ₁	3		4	5	
b = 1,5 ± 1,5 mm; c = 1,5 ± 1,5 mm; α = 50° ± 5°.					

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
20	179	1,396	1,423	1,565	1,437	1,724
22	234	1,825	1,861	2,047	1,879	2,254
24	284	2,215	2,259	2,484	2,281	2,737
26	323	2,519	2,568	2,825	2,594	3,112
28	383	2,987	3,046	3,350	3,076	3,691
30	409	3,190	3,253	3,578	3,285	3,942
32	475	3,705	3,779	4,156	3,892	4,670
34	547	4,266	4,351	4,786	4,481	5,377
36	578	4,508	4,598	5,057	4,735	5,682
38	656	5,116	5,218	5,739	5,374	6,448
40	740	5,772	5,887	6,475	6,063	7,275

s (mm)	Giá trị tính		s (mm)	Giá trị tính	
	F _{H1} (mm ²)	m _{H1} (kg/m)		F _{H1} (mm ²)	m _{H1} (kg/m)
20	36,3	0,283	32	71,3	0,556
22	36,3	0,283	34	71,3	0,556
24	36,3	0,283	36	90,3	0,705
26	48,5	0,378	38	90,3	0,705
28	48,5	0,378	40	90,3	0,705
30	71,3	0,556			

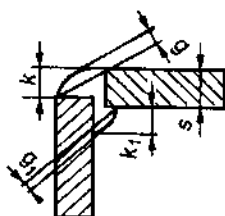
Bảng 7.24. Mối hàn liên kết góc



$$F_H = bs + 0,75eg$$

Kích thước (mm)		
s	1-2	2,5-3
g	0,5	1
b = 0 ⁺¹ mm; e = 2s ⁺³ mm		

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
1,0	1,8	0,014	0,0143	0,0185	0,0144	0,0201
1,5	2,4	0,018	0,0183	0,0237	0,0185	0,0259
2,0	3,0	0,023	0,0234	0,0304	0,0236	0,0330
2,5	6,1	0,047	0,0479	0,0622	0,0484	0,0677
3,0	7,1	0,055	0,0561	0,0729	0,566	0,0792



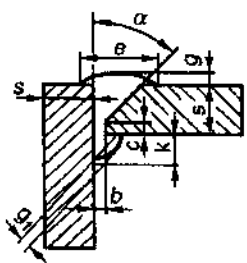
$$F_H = \frac{k^2}{2} + 1,05gk; F_{H1} = \frac{k_1^2}{2} + 1,05g_1k_1$$

Kích thước (mm)		
s	6-9	10-14
k	3	4
*g = 0 ⁺¹ mm; g ₁ = 0 ⁺¹ mm; k ₁ = 3 mm.		

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
6	3,82	0,0297	0,0302	0,0392	0,0305	0,0427
7	3,82	0,0297	0,0302	0,0392	0,0305	0,0427
8	3,82	0,0297	0,0302	0,0392	0,0305	0,0427
9	3,82	0,0297	0,0302	0,0392	0,0305	0,0427
10	6,10	0,0475	0,0484	0,0629	0,0489	0,0684
12	6,10	0,0475	0,0484	0,0629	0,0489	0,0684
14	6,10	0,0475	0,0484	0,0629	0,0489	0,0684

Đối với hàn tay F_{H1} = 6 mm, m_{H1} = 0,0468 kg/m; s = 6 ± 14 mm.

Tiếp bảng 7.24.



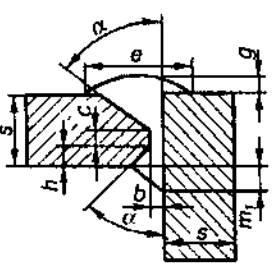
$$F_H = \frac{k^2}{2} + \frac{1}{2} S^2 \tan \alpha + bs + 0,75eg; \quad F_{H1} = \frac{k^2}{2} + 1,05g_1k$$

Kích thước (mm)			
s	10-12	14	16-20
k	5		6
e	15 ± 3	20 ± 3	25 ± 4

b = 2 ± 2 mm; c = 2 ± 1 mm; g = 2 ± 1 mm;
g₁ = 0 ± 1 mm; α = 40° ± 5°.

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
10	87,2	0,680	0,693	0,831	0,700	0,910
12	111	0,865	0,882	1,058	0,890	1,157
14	143	1,115	1,137	1,364	1,148	1,492
16	181	1,411	1,439	1,726	1,453	1,887
18	214	1,669	1,702	2,042	1,719	2,234
20	250	1,950	1,989	2,386	2,008	2,610

Đối với hàn tay: F_{H1} = 15,1 mm²; m_{H1} = 0,118 kg/m khi s = 10 ÷ 14 mm và F_{H1} = 21,1 mm², m_{H1} = 0,164 kg/m khi s: 16 ÷ 20 mm.



$$F_H = (s-h)b + \frac{[s - (h+c)]^2}{2} \tan \alpha + 0,75eg$$

$$F_{H1} = hb + \frac{h^2}{2} \tan \alpha + \frac{1}{2} m_1 h \tan \alpha$$

Kích thước (mm)				
s	20-24	26-28	30-34	36-40
h	7 ± 1	8 ± 1	10 ± 1	12 ± 1
m ₁	3 ± 2	4 ± 2	5 ± 2	
e	20 ± 3	25 ± 4	30 ± 4	40 ± 4

b = 2 ± 2 mm; g = 2 ± 1 mm; c = 2 ± 1 mm; α = 50° ± 5°.

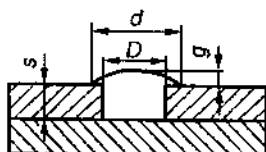
s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động		Hàn bán tự động	
	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)			
			dây	thuốc	dây	thuốc
20	140	1,092	1,113	1,335	1,124	1,461
22	173	1,349	1,375	1,650	1,389	1,805
24	212	1,653	1,686	2,023	1,702	2,212
26	242	1,887	1,924	2,308	1,943	2,525
28	288	2,246	2,290	2,748	2,313	3,006
30	296	2,307	2,353	2,823	2,376	3,088
32	347	2,706	2,760	3,312	2,787	3,623
34	402	3,135	3,197	3,836	3,229	4,197
36	418	3,260	3,325	3,990	3,357	4,364
38	475	3,705	3,779	4,534	3,816	4,960
40	537	4,188	4,271	5,125	4,313	5,606

Tiếp bảng 7.24.

s (mm)	Giá trị tính		s (mm)	Giá trị tính	
	$F_{H1} (mm^2)$	$m_{H1} (kg/m)$		$F_{H1} (mm^2)$	$m_{H1} (kg/m)$
20-24	63,3	0,494	30-34	119,7	0,933
26-28	80,4	0,627	36-40	153,0	1,193

Bảng 7.25. Mối hàn liên kết chốt

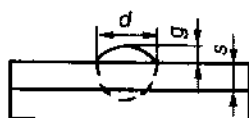
$$V_H = \frac{\pi d^2}{4} 0,75g + \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 s$$



Kích thước (mm)						
s	3-6	7-10	12-14	16-20	22-24	26-40
D	12	18	20	22	25	30
d	12 ± 2	26 ± 2	32 ± 3	36 ± 3	40 ± 3	44 ± 3
g	2 ± 1				3 ± 1	

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động	
	$V_H (cm^3)$	$m_H (kg/m)$	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)	
			dây	thuốc
4	0,428	0,0033	0,0034	0,0102
6	0,541	0,0042	0,0043	0,0129
8	1,879	0,0135	0,0139	0,0417
10	2,135	0,0166	0,0171	0,0513
12	3,215	0,0250	0,0257	0,0771
14	3,525	0,0274	0,0282	0,0846
16	4,701	0,0366	0,0376	0,1128
18	5,088	0,0396	0,0407	0,1221
20	5,463	0,0426	0,0438	0,1314
22	7,988	0,0623	0,0641	0,1923
24	8,457	0,0659	0,0678	0,2034
26	12,275	0,0957	0,0985	0,2955
28	12,995	0,1013	0,1043	0,3129
30	13,715	0,1069	0,1001	0,3003
32	14,390	0,1122	0,1155	0,3465
34	14,610	0,1139	0,1173	0,3519
36	15,830	0,1234	0,1271	0,3813
38	16,005	0,1248	0,1285	0,3855
40	17,225	0,1343	0,1383	0,4149

Tiếp bảng 7.25.



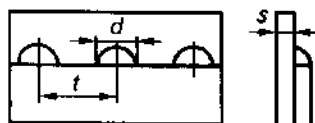
$$V_H = \frac{\pi d^2}{4} 0,75g$$

Kích thước (mm)				
s	1,5	2	3	4
d	13 ± 2	15 ± 2	19 ± 3	21 ± 3

$g = 2 \pm 1,5 \text{ mm}$.

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động	
	$V_H (\text{cm}^3)$	$m_H (\text{kg/m})$	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)	
			dây	thuốc
1,5	0,249	0,0019	0,00196	0,00529
2,0	0,322	0,0025	0,00257	0,00693
3,0	0,535	0,0041	0,00422	0,01139
4,0	0,640	0,0048	0,00494	0,01333

$$V_H = 2,1 \left(\frac{d}{2} \right)^3$$



Kích thước (mm)					
s	2	3	4	5	6
d	6^{+1}	7^{+3}	7^{+4}	8^{+3}	8^{+4}

$t = 2d \text{ mm}$

s (mm)	Giá trị tính		Hàn tự động	
	$V_H (\text{cm}^3)$	$m_H (\text{kg/m})$	Tiêu hao mỗi hàn (kg/m)	
			dây	thuốc
2	0,073	0,0005	0,00052	0,00140
3	0,171	0,0013	0,00134	0,00361
4	0,220	0,0017	0,00175	0,00470
5	0,242	0,0018	0,00185	0,00499
6	0,242	0,0018	0,00185	0,00499

6.3. Vật liệu để hàn trong môi trường khí bảo vệ và cắt bằng hồ quang

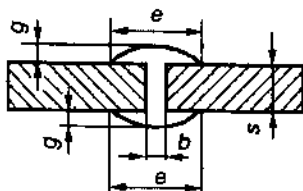
Tiêu hao dây hàn được xác định bằng lượng kim loại chảy trên 1 m mỗi hàn và được tính với hệ số tăng cường của mỗi hàn k_y và hệ số tiêu hao k_p (bảng 7.5a).

Tiêu hao khí bảo vệ được tính toán trên 1 m mỗi hàn (một lần hàn). Khi hàn nhiều lớp, tiêu hao khí được tăng tương ứng với số lần hàn. Tiêu hao khí héli được xác định như tiêu hao khí argon với hệ số tương ứng là 1,3.

Trong việc định mức tiêu hao vật liệu khi hàn hợp kim titan, tiêu hao argon để bảo vệ mỗi hàn được lấy bằng $0,5q_v$; tiêu hao argon để bảo vệ kim loại mỗi hàn được lấy bằng $0,75q_v$. Khi hàn hợp kim titan trong buồng chân không thì tiêu hao argon đối với sản phẩm sẽ bằng 1,5 thể tích của buồng.

Tiêu hao điện cực vonfram được tính cho 100 m chiều dài mỗi hàn. Trong đó tính toán tổn thất điện cực vonfram khi cắt được lấy bằng 30% tiêu hao điện cực volfram khi hàn. Bảng 7.26 ÷ 7.44 giới thiệu định mức tiêu hao vật liệu khi hàn trong môi trường khí bảo vệ và cắt kim loại.

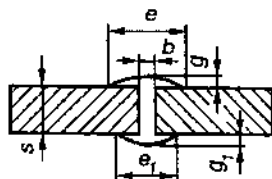
Bảng 7.26. Định mức tiêu hao dây hàn khi hàn hợp kim nhôm trong môi trường khí bảo vệ



Mỗi hàn giáp mối không vát mép hàn hai phía

Kích thước (mm)			$F_H (mm^2)$	$m_H (kg/m)$	Tiêu hao dây trên 1 m mỗi hàn (kg) Hàn bằng điện cực:		
s	e	g			Không nóng chảy		Nóng chảy
					Bằng tay	Tự động	Tự động và bán tự động
3	7	1	11,16	0,039	0,043	0,040	-
4	9	1	14,42	0,050	0,055	0,055	0,053
5	9	1.5	21,13	0,074	0,081	0,076	0,078

Tiếp bảng 7.26.



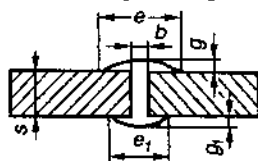
Kích thước (mm)			
s	b	e	g
2	0,3	5	1
3	0,3	7	1
4	0,5	9	1
5	0,5	10	1,5
6	0,5	10	1,5

Mỗi hàn giáp mối không vát mép hàn một phía và có tấm lót

s (mm)	Hàn có tấm lót		Hàn không lót	
	e ₁	g ₁	e ₁	g ₁
≤ 3	4	0,5	6	4
> 3	6	1	-	-

S (mm)	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mỗi hàn (kg).		
			Hàn bằng điện cực		
			Không nóng chảy		Nóng chảy
			Bằng tay	Tự động	Tự động và bán tự động
2	5,43	0,019	0,021	0,0194	-
3	7,11	0,025	0,028	0,0255	-
4	12,35	0,043	0,047	0,0438	0,045
5	16,99	0,060	0,066	0,0612	0,063
6	17,49	0,061	0,067	0,0622	0,064

$K_y = 1,3$ khi hàn toàn bộ, tiêu hao dây hàn khoảng 0,058 kg (hàn tay); 0,054 kg (hàn tự động) với $s \leq 3$ mm và khoảng 0,048 kg (hàn tay); 0,044 kg (hàn tự động); 0,046 kg (hàn tự động và bán tự động) với $s > 3$ mm. Khi hàn liên kết kín tiêu hao dây hàn thấp hơn, tương ứng khoảng 0,006 kg; 0,005 kg khi $s \leq 3$ mm và 0,015 kg; 0,0147 kg khi $s > 3$ mm.



Mỗi hàn giáp mối không vát mép một phía có đệm

Kích thước (mm)		
s	b	e
2	0,3	7
3	0,3	8
3,5	0,5	9

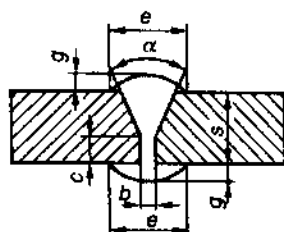
s (mm)	Hàn có đệm		Hàn không đệm	
	e ₁	g ₁	e ₁	g ₁
2-3,5	4	0,5	6	4

g = 1 mm.

S (mm)	F _H (mm ²)	m _H (kg/m)	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mỗi hàn (kg).	
			Hàn bằng điện cực không nóng chảy	
			Bằng tay	Tự động
2	5,87	0,021	0,023	0,0214
3	6,73	0,024	0,026	0,0245
3,5	8,14	0,028	0,031	0,0286

$k_y = 1,3$. Khi hàn tay tiêu hao dây hàn khoảng 0,058 kg (bằng tay) và 0,054 kg (hàn tự động)

Tiếp bảng 7.26.



Mối hàn giáp mối chữ V có vát
mép một phía và có đệm

Kích thước (mm)				
s	b	c	e	g
4	0,5	1	8,0	1,5
5	0,5	1	9,0	1,5
6	0,5	1	10,5	1,5
7	0,7	1,5	11,5	1,5
8	0,7	2	12,0	1,5
10	1,0	2	15,0	1,5
12	1,0	2	18,0	2,0
14	1,0	2	20,8	2,0
16	1,0	2	23,6	2,0
18	1,0	2	26,4	2,0
20	1,0	2	29,6	2,0

s (mm)	Hàn có đệm		Hàn không đệm	
	e ₁	g ₁	e ₁	g ₁
4-20	6	1	6	4

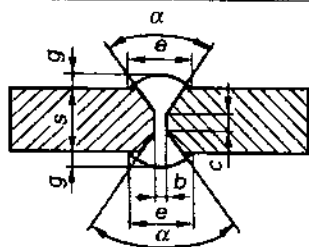
$\alpha = 70^\circ$

S (mm)	F _H (mm ²)	k _y	m _H (kg/m)	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mỗi hàn (kg), Hàn bằng điện cực:		
				Không nóng chảy		Nóng chảy
				Bằng tay	Tự động	Tự động và bán tự động
4	20,8	1,4	0,078	0,086	0,080	-
5	27,2	1,4	0,103	0,113	0,105	-
6	35,6	1,4	0,134	0,147	0,137	-
7	42,2	1,4	0,159	0,175	0,162	0,166
8	47,4	1,4	0,179	0,197	0,182	0,188
10	74,5	1,4	0,281	0,309	0,287	0,295
12	110,2	1,4	0,416	0,458	0,424	0,437
14	147,2	1,3	0,516	0,568	0,526	0,542
16	189,1	1,3	0,664	0,730	0,677	0,697
18	237,6	1,3	0,824	-	-	0,865
20	291,6	1,3	1,024	-	-	1,075

Khi hàn tay, tiêu hao dây hàn khoảng 0,048 kg (bằng tay); 0,044 kg (tự động);

0,046 kg (bán tự động); khi hàn liên kết khung tiêu hao dây hàn khoảng 0,017; 0,015 và 0,016 kg.

Tiếp bảng 7.26.



Mối hàn giáp mối chữ X có vát mép hai phía

Kích thước (mm)		$F_H (mm^2)$	k_y	$m_H (kg/m)$	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg), khi hàn tự động và bán tự động điện cực nóng chảy
s	e				
15	13	110,6	1,4	0,421	0,442
16	14	123,2	1,3	0,432	0,455
18	15	149,4	1,3	0,523	0,549
20	17	180,3	1,3	0,633	0,665
22	18	211,7	1,3	0,743	0,780
24	19	245,4	1,3	0,861	0,904
26	21	285,6	1,3	1,002	1,052
28	22	325,3	1,3	1,142	1,199
30	24	370,6	1,3	1,301	1,366

$b = 1 \text{ mm}$; $c = 2 \text{ mm}$; $g = 2 \text{ mm}$; $\alpha = 70^\circ$.

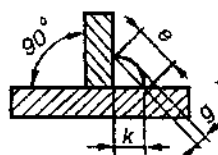
$g = 1 \text{ mm}$

$k = 2 \pm 4 \text{ mm}$

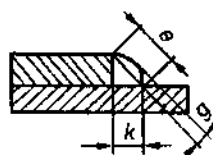
$g = 1,5 \text{ mm}$

$k = 5 \pm 16 \text{ mm}$

$e = 1,41k$



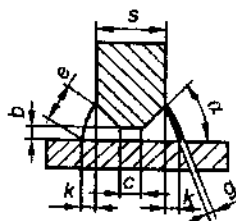
Mối hàn góc không vát mép



Mối hàn góc

k (mm)	$F_H (mm^2)$	k_y	$m_H (kg/m)$	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg) khi hàn điện cực:		
				Không nóng chảy		Nóng chảy
				Bằng tay	Tự động	Tự động và bán tự động
2	4,10	2	0,022	0,024	0,022	-
3	7,26	2	0,039	0,043	0,040	-
4	11,79	2	0,064	0,070	0,065	0,067
5	17,33	1,5	0,070	0,077	0,071	0,074
6	26,80	1,4	0,101	0,111	0,103	0,106
7	34,85	1,4	0,132	0,145	0,135	0,139
8	43,38	1,3	0,152	0,167	0,155	0,160
10	64,49	1,3	0,226	0,249	0,231	0,237
12	89,50	1,3	0,314	-	-	0,330
14	118,70	1,3	0,417	-	-	0,438
16	151,30	1,2	0,490	-	-	0,514

Tiếp bảng 7.26.



Mối hàn góc có vát mép 2 phía

Kích thước (mm)				$F_H (mm^2)$	k_v	$m_H (kg/m)$	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg), khi hàn tự động và bán tự động điện cực nóng chảy
s	c	k	e				
10	2	3	6,5	59,8	1,3	0,210	0,221
12	2	3	7,5	78,1	1,3	0,274	0,288
14	2	4	9	108,2	1,3	0,380	0,399
16	2	4	10	132,4	1,3	0,464	0,487
18	2	4	11	159,2	1,3	0,559	0,587
20	2	5	13	202,2	1,3	0,709	0,744
22	2,5	5	13,5	224,9	1,2	0,729	0,765
24	2,5	6	15	276,1	1,2	0,894	0,939
26	2,5	6	16	313,7	1,2	1,016	1,067
28	2,5	7	18	372,5	1,2	1,207	1,267
30	2,5	7	19	416,6	1,2	1,350	1,417

$b = 1 \text{ mm}; g = 1,5 \text{ mm}; \alpha = 60^\circ$.

Bảng 7.27. Định mức tiêu hao argon khi hàn tự động và hàn tay cho hợp kim nhôm bằng điện cực không nóng chảy

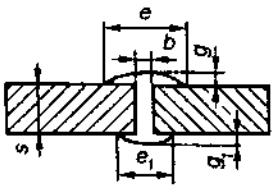
s (mm)	q_0 (lit/phút) Tối ưu	Tiêu hao argon trên 1 m mối hàn (lit) khi $v_n (m/h)$								Tiêu hao bổ sung argon cho các nguyên công chuẩn bị (lit)
		4	6	10	15	20	25	30	35	
1	9	-	-	54	36	27	21,6	18	15,5	1,8
2	10	-	-	60	40	30	24,0	20	17,0	2,0
3	11	-	110	66	44	33	26,4	22	18,7	2,2
4	12	180	120	72	48	36	28,8	24	20,4	2,4
5	13	195	130	78	52	39	31,2	26	22,1	2,6
6	14	210	140	84	56	42	33,6	28	23,8	2,8
≥ 6	15	225	150	90	60	45	36,0	30	25,5	3,0

Tiếp bảng 7.27.

s (mm)	Hàn tự động và bán tự động điện cực nóng chảy												
	q_g (lit/phút) Tối ưu		Tiêu hao argon trên 1 m mỗi hàn (lit) khi V_n (mm/h)										
	Hàn tự động	Hàn bán tự động	Hàn tự động				Hàn bán tự động						
			4	6	10	15	10	15	20	25	30	35	40
3-5	15	15	225	150	90	60	90	90	45	36	30	25,5	22,5
6-8	20	25	375	250	150	100	120	80	60	48	40	34,0	30,0
10 và lớn hơn	22	30	450	300	180	120	132	88	66	52,8	44	37,4	33,0

Tiêu hao phụ cho các nguyên công chuẩn bị thường là 1 lít khi hàn tự động và 1÷ 1,5 lít khi hàn bán tự động.

Bảng 7.28. Định mức tiêu hao dây hàn khi hàn hợp kim titan trong môi trường khí trơ

	Kích thước (mm)			
	s	b	e	g
	1,5	0,3	7	1
	2,0	0,3	10	1
	3,0	0,5	12	1
s (mm)	Hàn có đệm		Hàn không đệm	
	e_1	g_1	e_1	g_1
15-3	6	1	6	3

Mỗi hàn giáp mối không vát mép một phía có tấm đệm

s (mm)	$F_{H1} (mm^2)$	$m_{H1} (kg/m)$	Tiêu hao dây hàn:	
			Bằng tay	Tự động
Hàn có đệm				
1,5	9,42	0,051	0,056	0,052
2,0	11,64	0,063	0,069	0,064
3,0	13,90	0,075	0,082	0,076
Hàn không đệm				
1,5	14,20	0,077	0,085	0,078
2,0	18,5	0,100	0,110	0,102
3,0	22,2	0,120	0,132	0,122

Trên 1 m mỗi hàn với điện cực không nóng chảy lấy $k_f = 1,2$.

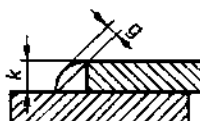
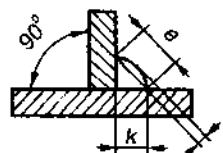
Tiếp bảng 7.28.

Mối hàn giáp mối vật mép chữ V
một phía có đệm

Kích thước (mm)					
s	b	c	g	e	
				$\alpha = 70^\circ$	$\alpha = 90^\circ$
3	0,5	0,5	1	6,5	8,5
4	0,5	1,0	1,5	8,0	9,5
5	0,5	1,0	1,5	9,0	11,5
6	0,5	1,0	1,5	10,0	13,5
8	1,0	1,5	1,5	13,0	17,0
10	1,0	1,5	1,5	16,0	21,0
12	1,0	2,0	1,5	18,0	24,0
s (mm)	Hàn có đệm		Hàn không đệm		
	e ₁	g ₁	e ₁	g ₁	
3-12	6	1	6	3	

s (mm)	F _H (mm ²)		m _H (kg/m)		Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg) khi hàn điện cực không chảy:			
	$\alpha = 70^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 70^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	Bằng tay		Tự động	
					$\alpha = 70^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 70^\circ$	$\alpha = 90^\circ$
3	14,35	17,7	0,078	0,096	0,086	0,106	0,080	0,098
4	20,8	24,9	0,112	0,134	0,123	0,147	0,114	0,137
5	27,2	34,6	0,147	0,187	0,162	0,206	0,150	0,191
6	35,6	46,1	0,192	0,249	0,211	0,274	0,196	0,254
8	55,1	71,9	0,297	0,388	0,327	0,427	0,303	0,396
10	81,8	108,1	0,442	0,584	0,486	0,642	0,451	0,596
12	110,2	149,3	0,595	0,806	0,655	0,887	0,607	0,822

$k_y = 1,2$ khi hàn không đệm, tiêu hao dây hàn khoảng 0,050 kg (bằng tay) và 0,045 kg (tự động)



Mối hàn góc không vát mép

Mối hàn góc không vát mép

$g = 1 \text{ mm}; \quad k \leq 5 \text{ mm}; \quad g = 1,5 \text{ mm}; \quad k > 5 \text{ mm}; \quad e = 1,41k$

k (mm)	$F_H \text{ (mm}^2\text{)}$	k_y	$m_H \text{ (kg/m)}$	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg) khi hàn điện cực không nóng chảy:	
				Bằng tay	Tự động
2	4,10	2,0	0,037	0,041	0,038
3	7,26	2,0	0,065	0,072	0,066
4	11,79	1,4	0,074	0,081	0,075
5	17,33	1,4	0,109	0,120	0,111
6	26,80	1,4	0,169	0,186	0,172
7	34,85	1,4	0,219	0,241	0,223
8	43,38	1,3	0,254	0,279	0,259
10	64,49	1,3	0,377	0,415	0,385

Bảng 7.29. Định mức tiêu hao argon khi hàn tự động hợp kim titan với điện cực không nóng chảy

s (mm)	q _g (lít/phút)	Tiêu hao argon trên 1 m mối hàn (lít) khi V _h (mm/h)					Tiêu hao phụ argon cho các nguyên công chuẩn bị (lít)
		15	20	25	30	35	
Mối hàn dọc							
0,5-1	15,8	63	47,3	37,9	31,5	26,8	3,1
1,5	20,3	81	60,8	48,6	40,5	34,4	4,0
2,0	23,0	92	69,0	55,2	46,0	39,1	4,6
3,0	27,0	108	81,0	64,8	54,0	45,9	5,4
4 và lớn hơn	31,5	126	94,5	75,6	63,0	53,5	6,3
Mối hàn vòng							
0,5-1	17,5	70	52,5	42	35	29,8	3,5
1,5	22,5	90	67,5	54	45	38,8	4,5
2,0	25,0	100	75,0	60	50	42,5	5,0
3,0	30,0	120	90,0	72	60	51,0	6,0
4 và lớn hơn	35,0	140	105,0	84	70	59,5	7,0

q_g (giá trị tối ưu) tính toán tiêu hao argon khi bể hàn được bảo vệ.

Bảng 7.30. Định mức tiêu hao argon khi hàn tay cho hợp kim titan với điện cực không nóng chảy

s (mm)	q _g (lit/phút)	Tiêu hao argon trên 1 m mỗi hàn (lit) khi V _h (mm/h)				Tiêu hao phụ argon cho các nguyên công chuẩn bị (lit)
		3	6	10	15	
0,5-1	10,5	-	-	63	42	2,1
1,5	13,5	-	-	81	54	2,1
2,0	15,0	-	150	90	60	3,0
3,0	18,0	270	180	108	72	3,6
4 và lớn hơn	21,0	315	210	126	84	4,2

q_k (giá trị tối ưu) tính toán tiêu hao argon khi bể hàn được bảo vệ.

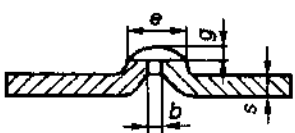
Bảng 7.31. Định mức tiêu hao điện cực vonfram khi hàn hồ quang - argon cho hợp kim nhôm

s (mm)	Đường kính điện cực (mm)	Tiêu hao điện cực trên 100 m mỗi hàn (g) khi hàn:	
		Bằng tay	Tự động
1	1,5	8,3	3,9
1,5-2	2,0	23,4	10,9
3-4	3,0	83,3	39,0
5-6	4,0	132,2	125,0
7 và lớn hơn	5,0	165,0	156,0

Bảng 7.32. Định mức tiêu hao điện cực vonfram khi hàn hồ quang - argon cho hợp kim

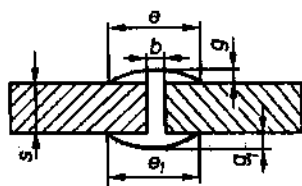
s (mm)	Đường kính điện cực (mm)	Tiêu hao điện cực trên 100 m mỗi hàn (g) khi hàn:	
		Bằng tay	Tự động
0,5	1,0	6,0	2,8
0,8-1,0	1,5	8,3	3,9
1,2-1,5	1,5	8,3	3,9
2,0	2,0	23,4	10,9
3,0	3,0	83,3	39,0
4,0	4,0	132,2	125,0
5 và lớn hơn	5,0	165,0	156,0

Bảng 7.33. Định mức tiêu hao dây hàn khi hàn thép trong môi trường khí trơ

 Mối hàn giáp mối gấp mép	Kích thước (mm)			
	s	b	e	g
	1,0	0,2	2,5	0,5
1,5	0,2	3,5	0,5	
2,0	0,3	4,5	1,0	
2,5	0,3	5,5	1,0	
3,0	0,3	6,5	1,0	

s (mm)	F_H (mm ²)	m_H (kg/m)	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg) khi hàn điện cực không nóng chảy:	
			Bằng tay	Tự động
1,0	1,0	0,009	0,010	0,0092
1,5	1,5	0,014	0,015	0,0143
2,0	3,7	0,034	0,037	0,035
2,5	4,5	0,042	0,046	0,043
3,0	5,4	0,051	0,056	0,052

$k_y = 1,2$

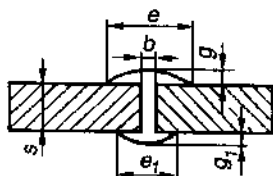


Mối hàn giáp mối không vát mép hàn hai phía

Kích thước (mm)			F_H (mm ²)	m_H (kg/m)	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg) khi hàn điện cực không nóng chảy:	
s	b	g			Bằng tay	Tự động
3	7	1,0	11,2	0,105	0,115	0,107
4	9	1,0	14,4	0,135	0,148	0,138
5	10	1,5	23,2	0,217	0,239	0,221
6	10	1,5	23,7	0,222	0,244	0,226

$b = 0,5 \text{ mm}; k_y = 1,2$

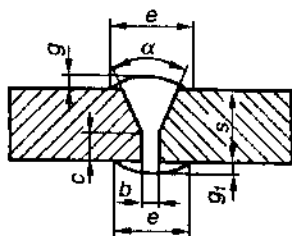
Tiếp bảng 7.33.



Mối hàn giáp mối không vát
mép hàn một phía có đệm

Kích thước (mm)			F_H (mm ²)	m_H (kg/m)	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg) khi hàn điện cực không nóng chảy:	
s	b	e			Bằng tay	Tự động
2	0,3	5	8,2	0,076	0,084	0,0775
3	0,3	7	9,9	0,093	0,102	0,095
4	0,5	9	12,4	0,116	0,128	0,118

$k_y = 1,2$ khi hàn có đệm, tiêu hao dây là 0,042 kg (hàn tay) và 0,039 kg (tự động)



Mối hàn giáp mối vát mép chữ V hàn 2 phía

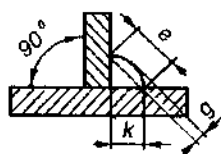
Kích thước (mm)				
s	b	c	e	
			$\alpha = 50^\circ$	$\alpha = 70^\circ$
4	0,5	1	6,0	8,0
5	0,5	1	7,0	9,0
6	0,5	1	8,0	10,5
7	1,0	2	8,5	11,0
8	1,0	2	9,5	12,5
10	1,0	2	11,5	15,0
12	1,0	2	13,5	18,0

$g = 1,5$ mm

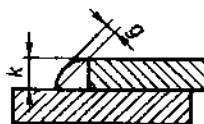
s (mm)	F_H (mm ²)		m_H (kg/m)		Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg) khi hàn điện cực không nóng chảy:			
	$\alpha = 50^\circ$	$\alpha = 70^\circ$	$\alpha = 50^\circ$	$\alpha = 70^\circ$	Bằng tay		Tự động	
					$\alpha = 50^\circ$	$\alpha = 70^\circ$	$\alpha = 50^\circ$	$\alpha = 70^\circ$
3	18,6	23,1	0,174	0,216	0,191	0,238	0,177	0,220
4	23,4	29,5	0,219	0,276	0,241	0,304	0,223	0,282
5	28,7	37,9	0,268	0,355	0,296	0,391	0,274	0,362
6	33,7	46,5	0,315	0,435	0,347	0,479	0,321	0,444
8	40,8	51,7	0,382	0,484	0,420	0,532	0,390	0,494
10	57,4	76,8	0,542	0,719	0,596	0,791	0,553	0,733
12	78,6	112,5	0,736	1,053	0,810	1,158	0,751	1,074

1) $k_y = 1,2$;

2) Đối với hàn tay $e_t = 6$ mm; $g_1 = 1,5$ mm với $s = 4 \div 12$ mm. Khi hàn các liên kết khung thì tiêu hao dây bổ sung giảm khoảng 0,065 kg cho hàn tay và 0,059 kg cho hàn tự động.



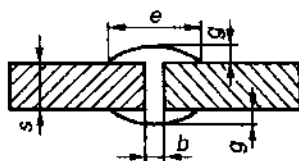
Mối hàn góc không vát mép



Mối hàn góc

$g = 1 \text{ mm}$ $k \leq 5 \text{ mm}$; $g = 1,5 \text{ mm}$ $k > 5 \text{ mm}$; $e = 1,41k$

k (mm)	F_H (mm ²)	k_y	m_H (kg/m)	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg) khi hàn điện cực không nóng chảy:	
				Bằng tay	Tự động
1	1,54	4	0,048	0,053	0,049
2	4,10	2	0,064	0,070	0,065
3	7,26	2	0,113	0,124	0,115
4	11,79	1,4	0,129	0,142	0,132
5	17,33	1,4	0,243	0,267	0,248
6	26,80	1,4	0,293	0,322	0,299
7	34,85	1,4	0,381	0,419	0,389
8	43,38	1,3	0,440	0,484	0,449
10	64,49	1,3	0,654	0,719	0,667

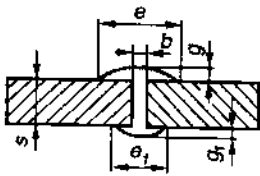


Mối hàn giáp mối không vát mép hàn hai phía

Kích thước (mm)			F_H (mm ²)	m_H (kg/m)	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg) khi hàn điện cực không nóng chảy:	
s	b	e			Bằng tay	Tự động
6	0,5	10	23,7	0,240	0,252	0,276
7	1,0	10	27,7	0,281	0,295	0,323
8	1,0	12	32,8	0,332	0,349	0,401
9	1,0	12	33,8	0,342	0,359	0,413
10	1,0	14	39,0	0,395	0,415	0,477

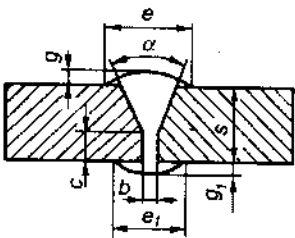
$g = 1,5 \text{ mm}$; $k_y = 1,3$.

Tiếp bảng 7.33.

			Kích thước (mm)			
			s	b	e	g
Mối hàn giáp mối không vát mép một phía có đệm	2,5	0,3	5	1		
	3,0	0,5	7	1		
	4,0	0,5	9	1		
	5,0	0,5	10	1,5		

s (mm)	F_H (mm ²)	m_H (kg/m)	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg) khi hàn điện cực không nóng chảy:	
			Argon	Khí CO ₂
2,5	10,4	0,105	0,110	0,121
3,0	12,6	0,128	0,134	0,147
4,0	14,4	0,146	0,153	0,168
5,0	19,0	0,193	0,203	0,222

$e_1 = 6 \text{ mm}$; $g_1 = 1 \text{ mm}$; $k_y = 1,3$.

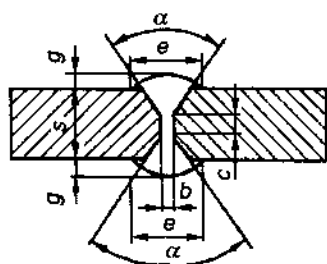
			Kích thước (mm)			
			s	b	c	e
Mối hàn giáp mối vát mép chữ V hàn một phía có đệm	4	0,5	1,0	8,0		
	5	0,5	1,0	9,0		
	6	0,5	1,0	10,5		
	7	1,0	1,5	11,5		
	8	1,0	2,0	12,5		
	9	1,0	2,0	14,0		
	10	1,0	2,0	15,0		
	12	1,0	2,0	18,0		

$g = 1,5 \text{ mm}$; $g_1 = 1,5 \text{ mm}$; $e_1 = 6 \text{ mm}$; $\alpha = 70^\circ$.

k (mm)	F_H (mm ²)	m_H (kg/m)	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg) khi hàn điện cực chảy	
			Bằng tay	Tự động
4	23,1	0,234	0,246	0,269
5	29,1	0,299	0,314	0,344
6	37,9	0,384	0,403	0,442
7	46,5	0,472	0,496	0,570
8	51,7	0,524	0,550	0,603
9	64,0	0,649	0,681	0,746
10	76,8	0,779	0,818	0,896
12	112,5	1,141	1,198	1,378

$k_y = 1,3$ khi hàn các liên kết khung, tiêu hao dây giảm khoảng 0,066 kg cho hàn argon và 0,072 kg khi hàn bằng khí CO₂.

Tiếp bảng 7.33

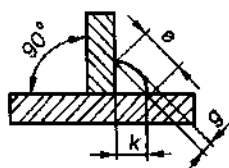


Mối hàn giáp mối vát mép chữ X hàn hai phía

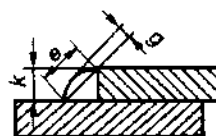
Kích thước (mm)				
s	b	c	e	g
8	1,0	3	7,0	1,5
10	1,0	3	8,0	1,5
12	1,0	3	9,0	1,5
14	1,5	4	10,5	2,0
16	1,5	4	11,5	2,0
18	2,0	4	13,0	2,0
20	2,0	4	14,0	2,0

$\alpha = 60^\circ$

s (mm)	$F_H (mm^2)$	k_y	$m_H (kg/m)$	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg) khi hàn điện cực chảy:	
				Bảng tay	Tự động
8	36,0	1,3	0,365	0,383	0,420
10	49,0	1,3	0,497	0,522	0,572
12	64,4	1,3	0,653	0,686	0,751
14	94,2	1,2	0,881	0,925	1,013
16	115,4	1,2	1,080	1,134	1,242
18	153,6	1,2	1,438	1,510	1,736
20	180,4	1,2	1,688	1,772	1,941



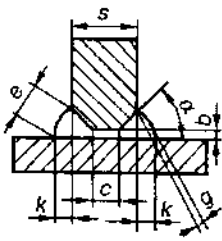
Mối hàn góc không vát mép
 $g = 1,5 mm$;



Mối hàn góc
 $e = 1,41k$

k (mm)	$F_H (mm^2)$	k_y	$m_H (kg/m)$	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mối hàn (kg) khi hàn điện cực chảy:	
				Bảng tay	Tự động
2	5,1	5,0	0,199	0,209	0,229
3	8,6	4,0	0,268	0,281	0,308
4	14,0	3,0	0,327	0,343	0,376
5	20,0	2,0	0,312	0,328	0,359
6	26,8	1,4	0,292	0,307	0,336
7	34,9	1,4	0,381	0,400	0,438
8	43,4	1,3	0,440	0,462	0,506
10	64,5	1,3	0,656	0,686	0,752

Tiếp bảng 7.33

	Kích thước (mm)				Kích thước (mm)			
	s	c	k	e	s	c	k	e
	10	3	3	6	20	4	5	11,6
	12	3	3	7	22	4	5	13,0
	14	3	4	8,5	24	4	6	14,0
	16	3	4	9,5	26	5	6	15,0
	18	4	4	10,0				

Mối hàn góc vát mép hàn hai phía $b = 11 \text{ mm}; g = 1,5 \text{ mm}; \alpha = 50^\circ$.

s (mm)	$F_H \text{ (mm}^2\text{)}$	k_y	$m_H \text{ (kg/m)}$	Tiêu hao dây hàn trên 1 m mỗi hàn (kg) khi hàn điện cực chảy:	
				Bảng tay	Tự động
10	52,7	1,3	0,534	0,561	0,614
12	69,7	1,3	0,707	0,742	0,833
14	96,9	1,3	0,983	1,032	1,187
16	120,8	1,3	1,225	1,286	1,479
18	135,1	1,3	1,370	1,438	1,654
20	173,6	1,3	1,760	1,848	2,125
22	205,1	1,3	1,919	2,015	2,317
24	250,3	1,2	2,340	2,457	2,826
26	270,9	1,2	2,536	2,663	3,062

Bảng 7.34. Định mức tiêu hao argon khi hàn tay, tự động để hàn thép

s (mm)	q _g (lit/phút)	Tiêu hao argon trên 1 m mỗi hàn (l) khi v _h (m/h)								Tiêu hao phụ argon cho các nguyên công chuẩn bị (lit)
		1	6	10	15	20	25	30	35	
Điện cực không chảy										
0,5	6	-	-	36	24	18	14,4	12	-	1,2
1-1,5	7	-	-	42	28	21	16,8	14	-	1,4
2-3	9	-	90	54	36	27	21,6	18	-	1,8
3-5	11	165	110	66	44	33	26,4	22	-	2,2
5-7	12	180	120	72	48	36	28,8	24	-	2,4
8 và hơn	14	210	140	84	56	42	33,6	28	-	2,8
Điện cực chảy										
2-3	8	120	80	48	32	24	19,2	16	13,6	0,4
4	9	135	90	54	36	27	21,6	18	15,3	0,5
6	10	150	100	60	40	30	24,0	20	17,0	0,5
8	13	195	130	78	52	39	31,2	26	22,1	0,7
10 và hơn	15	225	150	90	60	45	36,0	30	25,5	0,8

Bảng 7.35. Định mức tiêu hao khí CO₂ khi hàn tự động và bán tự động với điện cực chảy để hàn thép

s (mm)	q _g (lít/phút)	Tiêu hao argon trên 1 m mỗi hàn (lít) khi v _n (m/h)									Tiêu hao phụ argon cho các nguyên công chuẩn bị (lít)
		4	6	10	15	20	25	30	35	40	
3	12	-	-	72	48	36	28,8	24	20,4	18	0,6
4-5	14	-	140	84	56	42	33,6	28	23,8	21	0,7
6-8	16	240	160	96	64	48	38,4	32	27,2	24	0,8
10-12	18	270	180	108	72	54	43,2	36	30,6	27	0,9
14-16	20	300	200	120	80	60	48,0	40	34,0	30	1,0
18-20	22	330	220	132	88	66	52,8	44	37,4	33	1,1
và hơn											

Bảng 7.36. Định mức tiêu hao điện cực vonfram khi hàn hồ quang - argon điện cực không chảy để hàn thép

s (mm)	Đường kính điện cực (mm)	Tiêu hao điện cực trên 100 m mỗi hàn (g)		s (mm)	Đường kính điện cực (mm)	Tiêu hao điện cực trên 100 m mỗi hàn (g)	
		Hàn tay	Tự động			Hàn tay	Tự động
0,5	1,0	6,0	2,8	3,0	3,0	83,3	9,0
0,8-1,0	1,5	8,3	3,9	4,0	4,0	132,2	125,0
1,2-1,5	1,5	8,3	3,9	5,0 và lớn hơn	5,0	165,0	156,0
2,0	2,0	23,4	10,9				

Bảng 7.37. Chế độ cắt kim loại mẫu bằng hỗn hợp argon - hydro (dòng một chiều)

Các thông số	Phương pháp cắt	
	Bảng tay	Cơ khí hóa
Thành phần hỗn hợp (%)		
Argon	70-80	65
Hydro	30-20	35
Dòng định mức (A)	300-350	350-400

Tiêu hao tổng cộng các khí là (1,5 ÷ 2) m³/h

Bảng 7.38. Tiêu hao vật liệu khi cắt nhôm (dòng một chiều)

Phương pháp cắt	Chiều dày tấm (mm)	Tốc độ cắt (mm/phút)	Tiêu hao trên 1 m cắt			
			Ar (lit)	H ₂ (lit)	Công suất điện (kWh)	W (g)
Bằng tay	6	2000	7,5	4,0	0,32	0,02
	10	1600	11,0	6,0	0,43	0,025
	15	1100	18,0	10,0	0,63	0,036
	20	700	31,0	17,0	1,06	0,057
	25	550	43,5	23,5	1,35	0,073
	30	500	50,0	26,0	1,59	0,080
	35	400	65,0	34,0	1,98	0,100
Cơ khí hóa	6	7600	2,0	1,0	0,096	0,005
	10	4600	4,0	2,5	0,170	0,009
	15	3100	6,5	4,0	0,254	0,013
	20	2000	11,0	7,0	0,425	0,020
	25	1500	15,5	9,5	0,57	0,027
	30	800	31,5	19,0	1,14	0,050
	35	700	43,0	22,5	1,30	0,057
	40	600	58,0	28,0	1,65	0,067
	50	500	90,0	40,0	2,10	0,080
	60	450	118,0	63,0	2,50	0,090
	70	400	165,0	92,0	3,00	0,100

Tiêu hao vật liệu khi cắt các đường cong thay đổi theo tốc độ tương ứng ít hơn so với giá trị trong bảng 30 ÷ 40%.

Bảng 7.39. Tiêu hao khí (lít/phút) khi cắt nhôm bằng hỗn hợp Ar + H₂ (dòng xoay chiều, I = 220A, d_v = 5 mm)

Chiều dày cắt (mm)	Ar	H ₂
4-8	15-20	6-7
8-16	20-27	7-9
16-24	27-29	9-12

**Bảng 7.40. Tiêu hao khí (lít/phút) khi cắt thép Cr18Ni9T
(dòng một chiều; I = 350 - 400A)**

Chiều dày kim loại (mm)	N	H ₂
4-20	600-1000	-
20-50	1000	1000

**Bảng 7.41. Tiêu hao vật liệu khi cắt nhôm
(dòng xoay chiều; hydro trong hỗn hợp là 25 ÷ 27%)**

Chiều dày kim loại (mm)	Tốc độ cắt (mm/phút)	Tiêu hao trên 1 m cắt		
		Ar (lít)	H ₂ (lít)	W (g)
4	1750	8,5	3,5	0,06
8	1000	20	7,0	0,10
12	750	35	10,5	0,13
16	500	55	18,0	0,20
20	380	74	26,5	0,27
24	350	83	31,5	0,29

Bảng 7.42. Tiêu hao vật liệu khi cắt thép Cr18Ni 9T (dòng một chiều)

Chiều dày kim loại (mm)	Tốc độ cắt (mm/phút)	Tiêu hao trên 1 m cắt			
		N (lít)	H ₂ (lít)	Năng lượng (kWh)	W (g)
4	4800	26	-	0,12	0,009
6	3500	28	-	0,17	0,012
10	1300	55	-	0,46	0,031
16	500	85	-	1,30	0,080
20	450	62	-	1,80	0,120
30	600	28	22	2,30	0,080

6.4. Vật liệu cho hàn khí

Định mức tiêu hao dây bổ sung cho hàn khí được xác định bằng kết quả của khối lượng kim loại chảy; mất mát do bắn tóe và cháy ... Tổn thất thường lấy bằng 10% khối lượng kim loại chảy. Định mức tiêu hao thuốc cho hàn khí được xác định theo thực nghiệm và có tính đến sự mất mát vật liệu khi chế tạo thuốc là khoảng 10%.

Bảng 7.43. Định mức tiêu hao vật liệu trên 1 m mối hàn khi hàn đồng thau bằng hàn khí

Chiều dây kim loại (mm)	Dây bổ sung (g)	Ôxy (lit)	C ₂ H ₂ (lit)	CaC ₂ (g)	Thuốc (g)	Hỗn hợp thuốc		
						Borax (g)	Axit boric (g)	Clorua natri (g)
Mối hàn giáp mối								
1,0	27	10	8,3	33	7	5,5	0,8	1,5
1,5	30	22	19	75	8	6,2	0,9	1,8
2,0	48	40	33	132	12	9,4	1,3	2,6
2,5	62	62	52	208	16	12,5	1,8	3,5
3,0	79	90	75	300	20	16,0	2,2	4,4
3,5	85	122	102	408	25	19,5	2,8	5,5
4,0	117	160	133	532	35	27,0	3,9	7,7
5,0	270	250	208	832	86	66,0	9,5	19,0
6,0	348	360	300	1200	120	96,0	13,0	26,0
7,0	435	490	408	1632	150	115,0	16,5	33,0
8,0	532	640	533	2132	180	140,0	20,0	40,0
9,0	653	810	670	2680	230	177,0	25,0	50,0
10,0	765	1000	833	3330	270	210,0	30,0	59,0
11,0	894	1210	1010	4040	310	240,0	34,0	68,0
12,0	1030	1440	1200	4800	360	280,0	40,0	79,0
Mối hàn góc, mối hàn chồng								
1,0	15	10	8,3	33	3,9	3,1	30,44	0,83
1,5	26	22	19	75	7,0	5,4	0,78	1,6
2,0	40	40	33	132	10,0	7,8	1,10	2,2
2,5	57	62	52	208	15,0	12,0	1,70	3,2
3,0	75	90	75	300	19,0	15,0	2,10	4,2
3,5	96	122	102	408	28,0	22,0	3,20	6,2
4,0	120	160	133	532	36,0	28,0	4,00	7,9

Định mức tiêu hao ôxy chỉ được chỉ định với loại tinh khiết 99%.

Bảng 7.44. Định mức tiêu hao vật liệu trên 1 m mối hàn thép bằng hàn khí

Chiều dày kim loại (mm)	Mối hàn giáp mối				Các mối hàn góc phía trong, mối hàn chồng				Các mối hàn góc phía ngoài			
	Ôxy (lit)	Axetylen (lit)	CaC ₂ (g)	Dây bổ sung (g)	Ôxy (lit)	C ₂ H ₂ (lit)	CaC ₂ (g)	Dây bổ sung (g)	Ôxy (lit)	C ₂ H ₂ (lit)	CaC ₂ (g)	Dây bổ sung (g)
0,5	2,5	2,1	8,5	15	3,5	2,9	11,6	6	1,89	1,53	6,26	6,6
1,0	10,0	8,3	33,0	24	14,0	11,7	47,0	14	7,16	6,29	25,0	15,4
1,5	22,5	19,0	75,0	26	31,5	26,0	104	23	17,0	13,6	55,8	25,3
2,0	40,0	33,0	132	42	56,0	47,0	188	35	29,9	25,0	101	38,5
2,5	62,5	52,0	208	55	88,0	73,0	292	50	47,1	39,4	157	55,0
3,0	90,0	75,0	300	70	126	105	420	66	67,7	56,3	227	72,6
3,5	122	102	408	75	172	143	572	85	92,8	76,9	308	93,5
4,0	160	133	532	103	224	187	748	106	121,0	101	404	116,6
5,0	260	208	832	238	-	-	-	-	-	-	-	-
6,0	360	300	1200	307	-	-	-	-	-	-	-	-
7,0	490	408	1632	383	-	-	-	-	-	-	-	-
8,0	640	533	2132	489	-	-	-	-	-	-	-	-
9,0	810	670	2680	575	-	-	-	-	-	-	-	-
10,0	1000	833	3330	675	-	-	-	-	-	-	-	-
11,0	1210	1010	4040	788	-	-	-	-	-	-	-	-
12,0	1440	1200	4800	910	-	-	-	-	-	-	-	-

Định mức tiêu hao dây bổ sung cho mối hàn giáp mối chiều dày đến 4 mm không vát mép và khi chiều dày hơn 4 mm có vát mép chữ V.

Bảng 7.45. Định mức tiêu hao vật liệu trên 1 m mối hàn khi hàn nhôm bằng hàn khí

Chiều dài kim loại (mm)	Dây bổ sung (g)	Ôxy (lít)	C ₂ H ₂ (lít)	CaC ₂ (g)	Thuốc (g)	Thành phần thuốc			
						Clorua natri (g)	Clorua liti (g)	Clorua kali (g)	Fluo natri (g)
Mối hàn giáp mối									
1,0	8,5	3	2,5	10,0	10	3,1	1,5	5,5	0,9
1,5	9,0	8	5,6	22,5	11	3,4	1,7	6	1,0
2,0	14,5	12	10,0	40,0	16	5,0	2,5	9	1,4
2,5	19,0	19	16,0	64,0	22	6,8	3,5	12	1,9
3,0	24,0	27	22,5	90,0	27	8,3	4,0	15	2,4
3,5	26,0	37	31,0	124	34	10,5	5,3	19	3,0
4,0	36,0	48	40,0	160	48	15,0	7,0	26	4,0
5,0	82,0	75	62,5	241	118	36,0	18	65	10
6,0	106	108	90,0	360	165	51,0	26	91	14
7,0	132	147	122	488	205	63,0	32	113	18
8,0	161	192	160	640	245	76,0	38	135	21
9,0	198	243	203	812	315	97,0	49	173	28
10,0	232	300	250	1000	370	114	57	204	33
11,0	272	363	303	1210	425	131	66	234	37
12,0	314	426	360	1440	490	151	65	270	43

Mối hàn góc, mối hàn chống một phía

1,0	5	3	2,5	10	5,9	1,8	0,89	3,2	0,53
1,5	8	8	5,6	22,5	9,8	3,0	1,5	5,3	0,90
2,0	12	12	10,0	40	13,6	4,2	2,1	7,1	1,16
2,5	17,5	19	16,0	64	20,0	6,3	3,2	11,0	1,75
3,0	24	27	22,5	90	27,0	8,3	4,0	15,0	2,40
3,5	29	37	31,0	124	38,0	11,8	5,8	21,0	3,36
4,0	36	48	40,0	164	48,0	15,0	7,0	26,0	4,00

6.5. Vật liệu để cắt thép bằng ngọn lửa và ôxy

Định mức tiêu hao cho việc cắt các loại thép tấm và các loại thép cán định hình như sau:

Định mức tiêu hao ôxy (cho ôxy tinh khiết 99%) để cắt bằng ngọn lửa được tính toán với các mất mát khác do phải nung nóng mỏ cắt; phải

vát mép; cho sự cháy của ngọn lửa (chưa kể đến ôxy cắt) lượng ôxy tồn tại trong chai ôxy; cần phải nung nóng chỗ cắt đến trạng thái cắt và do phải khoét lỗ ban đầu để cắt các chi tiết nằm ở phía trong các bề mặt, v.v... (bảng 7.46 ÷ 7.56).

Bảng 7.46. Tiêu hao vật liệu khi cắt thép cacbon bằng hỗn hợp khí ôxy (cắt bằng tay)

Chiều dày kim loại (mm)	Nº mỏ cắt	Áp lực ôxy (atm)	Chiều rộng cắt (mm)	Tốc độ cắt (mm/phút)	Tiêu hao 1 m cắt (lit)	
					Ôxy	Khí cháy
4	0П	3-3,5	3,5	510	80	12
5	0П	3-3,5	3,5	495	96	14
6	0П	3-3,5	3,5	485	110	17
8	0П	3-3,5	3,5	470	140	22
10	0П	3-3,5	3,5	460	170	26
12	1П	3,5-4	4,0	445	198	31
15	1П	3,5-4	4,0	405	240	36
16	1П	3,5-4	4,0	400	255	39
18	1П	3,5-4	4,0	395	290	44
20	1П	3,5-4	4,0	370	315	48
22	1П	3,5-4	4,0	350	340	51
24	1П	3,5-4	4,0	335	370	55
26	2П	4-5	4,5	330	400	61
28	2П	4-5	4,5	320	430	65
30	2П	4-5	4,5	300	460	69
35	2П	4-5	4,5	280	540	77
40	2П	4-5	4,5	255	617	84
45	2П	4-5	4,5	220	690	90
50	3П	5-7	5,5	200	760	99
60	3П	5-7	5,5	160	870	108
70	3П	5-7	5,5	137	1100	126
80	3П	5-7	5,5	122	1290	140
90	3П	5-7	5,5	106	1460	154
100	4П	7-10	7,0	100	1620	170
120	4П	7-10	7,0	97	2180	196
130	4П	7-10	7,0	93	2440	207
140	4П	7-10	7,0	91	2700	216
150	4П	7-10	7,0	90	2970	224
160	4П	7-10	7,0	88	3200	235
180	4П	7-10	7,0	82	3750	250
200	5П	10-13	9,0	76	4240	267
220	5П	10-13	9,0	69	4800	290
250	5П	10-13	9,0	61	5700	315
280	5П	10-13	9,0	52	6900	345
300	5П	10-13	9,0	46	7700	385

Bảng 7.47. Định mức tiêu hao vật liệu khí cắt trên một lần cắt thép góc đều (cắt bằng tay)

Thép hình		Cắt bằng oxy - axetylen			Cắt bằng oxy - xăng	
Nº	Chiều dày (mm)	Ôxy (lít)	axetylen (lít)	CaC ₂ (g)	Ôxy (lít)	Xăng (g)
5	5	9,5	1,7	7,2	9,7	2,0
	6	11,2	1,9	7,6	11,3	2,2
6	5	11,5	2,1	8,4	11,7	2,4
	6	13,7	2,3	9,2	13,7	2,7
	7	15,0	2,5	10,0	15,2	2,8
	8	16,2	2,6	10,4	16,8	3,0
6,5	6	14,9	2,5	10,0	14,9	2,9
	7	16,3	2,7	10,8	16,6	3,0
	8	17,7	2,8	11,2	18,3	3,2
	9	19,3	3,0	12,0	20,4	3,4
	10	21,0	3,1	12,4	22,2	3,6
7,5	6	17,3	2,9	11,6	17,3	3,3
	7	19,0	3,1	12,4	19,3	3,5
	8	20,6	3,3	13,2	21,3	3,7
	9	22,6	3,5	14,0	23,7	4,0
	10	24,5	3,6	14,5	26,0	4,2
	11	26,4	3,8	15,0	27,8	4,5
	12	27,6	4,0	16,0	29,7	4,6
8	6	18,5	3,1	12,4	18,5	3,6
	7	20,0	3,4	13,6	20,6	3,8
	8	22,0	3,5	14,0	22,8	4,0
	9	24,2	3,7	14,8	25,2	4,3
	10	26,3	3,9	15,6	27,8	4,5
9	8	24,9	4,0	16,0	25,8	4,4
	9	27,4	4,3	17,2	28,8	4,8
	10	29,7	4,4	17,6	31,5	5,1
	11	32,1	4,7	18,8	33,8	5,4
	12	33,6	4,9	19,6	36,1	5,6
	13	36,0	5,2	20,8	38,4	5,9
	14	38,2	5,5	22,0	40,7	6,2

Tiếp bảng 7.47.

Thép hình		Cắt bằng oxy - axetylen			Cắt bằng oxy - benzin	
Nº	Chiều dày (mm)	Ôxy (lit)	Axetylen (lit)	CaC ₂ (g)	Ôxy (lit)	Benzin (g)
10	8	27,8	4,4	17,6	28,8	5,0
	9	30,6	4,7	18,8	32,1	5,4
	10	33,3	4,9	19,6	35,2	5,7
	11	36,0	5,2	21,0	37,8	6,0
	12	37,6	5,4	21,6	40,4	6,2
	13	40,2	5,8	23,2	43,0	6,6
	14	42,8	6,1	24,5	45,6	6,9
	15	44,4	6,3	25,2	48,1	7,2
	16	46,0	6,4	25,6	51,2	7,6
12	10	40,2	6,0	24,0	42,6	6,9
	11	43,5	6,3	25,2	45,8	7,2
	12	45,6	6,6	26,4	49,0	7,5
	13	48,8	7,0	28,0	52,2	8,0
	14	52,0	7,5	30,0	55,5	8,4
	15	54,0	7,6	30,4	58,5	8,8
	16	56,0	7,8	31,2	62,3	9,2
	17	59,0	8,1	32,5	65,6	9,4
	18	61,0	8,4	33,6	68,8	9,8
13	10	43,7	6,5	26,0	46,3	7,5
	11	47,3	6,9	27,6	49,8	7,9
	12	49,6	7,2	28,8	53,4	8,2
	13	53,1	7,7	30,8	56,8	8,7
	14	56,6	8,1	32,4	60,4	9,1
	15	58,8	8,3	33,2	63,6	9,6
	16	61,0	8,5	34,0	67,9	10,0
15	12	57,6	8,3	33,2	62,0	9,5
	13	61,7	8,9	35,6	66,0	10,1
	14	65,0	9,5	38,0	70,3	10,6
	15	68,4	9,7	38,8	74,1	11,1
	16	71,0	9,9	39,6	78,9	11,6
	17	75	10,3	41,2	83,1	12,0
	18	78	10,7	42,8	87,4	12,4
	19	82	11,2	44,8	91,3	12,9
	20	85	11,5	46,0	95,2	13,5

Bảng 7.48. Định mức tiêu hao vật liệu cho một lần cắt bằng tay để cắt thép góc không đều

Thép hình		Cắt bằng oxy - axetylen			Cắt bằng oxy - benzin	
Nº	Chiều dày (mm)	Ôxy (lít)	Axetylen (lít)	CaC ₂ (g)	Ôxy (lít)	Benzin (g)
6/4	5	9,5	1,7	7,0	9,7	2,0
	6	11,3	1,8	7,2	11,3	2,2
	8	13,3	2,0	8,0	13,8	2,4
7.5/5	5	12,0	2,2	8,8	12,3	2,3
	6	14,3	2,4	9,6	14,3	2,8
	8	17,0	2,7	10,8	17,6	3,1
	10	20,0	3,0	12,0	21,3	3,5
8/5	6	15,5	2,6	10,4	15,5	3,0
	8	18,4	2,9	11,6	19,1	3,3
	10	21,9	3,2	12,8	23,1	3,8
9/6	6	17,3	2,8	11,2	17,3	3,3
	8	20,6	3,2	12,8	21,3	3,7
	10	24,5	3,6	14,4	25,9	4,2
10 /7,5	8	24,2	3,8	15,2	26,1	4,4
	10	29,0	4,3	17,2	30,6	5,0
	12	32,6	4,7	18,8	35,0	5,4
12/8	8	27,8	4,4	17,6	28,8	5,0
	10	33,2	4,9	19,6	35,2	5,7
	12	37,6	5,4	21,6	40,5	6,3
13/9	10	36,8	5,5	22,0	38,8	6,2
	12	41,6	6,0	22,8	44,8	6,9
	14	45,0	6,4	24,4	50,5	7,6
15/10	12	47,6	6,9	27,6	51,6	7,9
	14	54,3	7,7	30,8	57,9	8,7
	16	58,5	8,2	32,8	65,0	9,6
18/12	12	57,6	8,3	33,2	62,0	9,5
	14	65,8	9,2	36,8	70,0	10,6
	16	71,0	9,9	39,6	79,0	11,6
20/12	12	61,6	8,8	35,2	66,3	10,2
	14	70,4	10,0	40,0	75,0	11,3
	16	76,0	10,6	42,4	84,5	12,4
20/15	16	83,5	11,7	46,8	93,0	13,7
	18	91,0	12,6	50,4	103,0	14,6
	20	101,0	13,5	54	112,0	15,8

Bảng 7.49. Định mức tiêu hao vật liệu cho một lần cắt khi cắt bằng tay để cắt thép hình

N° Thép hình	Cắt bằng oxy - axetylen			Cắt bằng oxy - benzin	
	Ôxy (lit)	Axetylen (lit)	CaC ₂ (g)	Ôxy (lit)	Benzin (g)
5	13,2	2,3	9,2	13,5	2,5
6,5	16,6	2,8	11,0	17,4	3,1
8	19,0	3,1	12,4	20,0	3,6
10	24,0	4,0	16,0	25,0	4,5
12	29,0	4,7	19,0	29,0	5,2
14 a	35,0	5,4	21,5	36,0	6,2
b	38,5	5,9	23,6	40,0	6,7
16 a	41,0	6,4	25,6	42,0	7,1
b	45,0	7,0	28,0	48,0	8,0
18 a	45,5	7,3	29,0	48,5	8,5
b	50,0	7,7	31,0	54,0	8,8
20 a	51,0	8,0	32,0	54,0	9,0
b	57,0	9,0	36,0	60,0	10
22 a	56,5	8,8	35,0	59,0	9,8
b	63,0	9,5	38,0	66,0	11,0
24 a	61,0	9,3	37,0	63,0	10,5
b	67,0	10,0	40,0	71,0	11,5
c	74,0	10,5	42,0	79,0	12,5
27 a	68,0	10,2	41,0	72,0	12,0
b	75,0	11,1	44,5	80,0	13,0
c	83,0	12,0	48,0	90,0	14,0
30 a	76,0	11,4	46,0	80,0	13,0
b	86,0	12,5	50,0	90,0	14,5
c	93,0	13,2	53,0	100	15,5
33 a	86	12,7	51	89	14,5
b	96	13,8	55	100	16,0
c	103	14,8	59	110	17,0
36 a	101	14,5	58	108	17,0
b	112	15,6	63	121	19,0
c	121	17,0	68	131	20,0
40 a	124	17,5	70	133	20,0
b	134	19,0	76	145	22,0
c	145	21,0	84	157	24,0

Bảng 7.50. Định mức tiêu hao vật liệu cho một lần cắt khi cắt thép tấm hoặc thanh

Chiều dày hoặc đường kính (mm)	Thép vuông					Thép tròn				
	Cắt ôxy - axetylen			Cắt ôxy - benzin		Cắt ôxy - axetylen			Cắt ôxy - benzin	
	ôxy (lít)	axetylen (lít)	CaC ₂ (g)	ôxy (lít)	benzin (g)	ôxy (lít)	axetylen (lít)	CaC ₂ (g)	ôxy (lít)	benzin (g)
20	6,1	0,8	3,5	7	1	4,8	0,6	2,5	6	0,8
30	13,2	1,5	6,0	15	2	10,4	1,2	5,0	12	1,6
40	23	2,6	10,5	26	3	18	2,0	8,0	21	2,5
50	36	3,8	15,21	40	5	28	3,0	12,0	32	4,0
60	53	5,3	29	60	8	42	4,2	17,0	48	6,4
70	74	7,2	38	80	10	58	5,6	22,5	64	8
80	98	9,4	48	109	14	77	7,4	30	87	10
90	127	12,0	58	138	18	100	9,5	38	110	14
100	164	14,5	84	174	22	129	11,5	46	139	17
120	260	21	100	274	33	204	16,5	66	219	26
130	316	25	112	333	40	248	19,5	78	266	32
140	380	28	132	396	45	298	22	88	317	36
150	455	33	148	465	56	356	26	104	372	45
160	525	37	168	545	65	413	29	116	435	52
170	605	42	188	628	81	475	33	132	502	65
180	700	47	232	713	97	550	37	148	570	77
200	835	58	280	-	-	670	50	200	-	-
220	1130	70	340	-	-	910	60	240	-	-
250	1460	85	400	-	-	1170	70	280	-	-
280	1830	100	460	-	-	1460	85	340	-	-
300	2100	115	-	-	-	1680	105	420	-	-

Bảng 7.51. Định mức tiêu hao vật liệu cho một lần cắt khí cắt khí bằng tay để cắt thép hình

Nº Thép hình	Cắt bằng oxy - axetylen			Cắt bằng oxy - benzin	
	Ôxy (lit)	Axetylen (lit)	CaC ₂ (g)	Ôxy (lit)	Benzin (g)
10	28	5,0	20	29	5,5
12	35	5,5	22	34	6,5
14	42	6,5	26	40,5	7,5
16	45	7,0	28	50	8,5
18	60	7,5	30	58	9,5
20 a	63	8,0	32	66	11,0
b	70	10,0	40	72	12,0
22 a	74	11,5	48	77	12,5
b	79	12,0	50	85	13,0
24 a	83	12,8	51	86	14,0
b	90	13,2	53	94	15,0
27 a	100	14,0	56	97	15,5
b	105	15,0	60	107	16,5
30 a	108	16,0	64	109	17,5
b	115	16,6	67	119	18,5
c	125	18,0	72	128	19,5
33 a	120	16,6	67	121	19,0
b	123	17,7	70	131	20,0
c	130	19,0	76	141	21,0
36 a	125	18,0	72	136	21,0
b	135	19,5	78	147	22,0
c	146	21,0	84	158	24,0
40 a	150	21,5	86	153	23,5
b	165	23,5	94	165	25,0
c	170	24,0	96	177	26,0
45 a	165	23,5	94	180	27,0
b	183	25,5	103	193	29,0
c	188	26,0	104	207	30,0
50 a	198	26,5	106	207	30,0
b	208	29,0	116	221	33,0
c	213	29,5	118	238	35,0
55 a	211	29,5	118	232	34,0
b	226	31,0	124	248	36,0
c	235	33,0	132	266	38,0

Bảng 7.52. Tiêu hao, vật liệu khi cắt oxy - khí thiên nhiên để cắt thép tấm

Chiều dày tấm thép (mm)	Số mở cắt	Áp lực oxy (atm)	Chiều rộng cắt (mm)	Tốc độ cắt (mm/phút)	Tiêu hao trên 1 m cắt (lit)	
					Ôxy	Khí thiên nhiên
4	0П	3-3,5	3,5	630	66	10
5	0П	3-3,5	3,5	610	79	12
6	0П	3-3,5	3,5	600	93	14
8	0П	3-3,5	3,5	570	119	18
10	0П	3-3,5	3,5	560	144	22
12	1П	3,5-4	4,0	540	170	26
15	1П	3,5-4	4,0	515	200	30
16	1П	3,5-4	4,0	505	210	32
18	1П	3,5-4	4,0	490	240	36
20	1П	3,5-4	4,0	470	260	39
22	1П	3,5-4	4,0	455	280	42
24	1П	3,5-4	4,0	435	305	46
26	2П	4-5	4,5	420	330	50
28	2П	4-5	4,5	400	355	54
30	2П	4-5	4,5	385	380	58
35	2П	4-5	4,5	345	445	62
40	2П	4-5	4,5	315	510	69
45	2П	4-5	4,5	280	570	76
50	3П	5-7	5,5	250	630	82
60	3П	5-7	5,5	210	770	92
70	3П	5-7	5,5	170	910	100
80	3П	5-7	5,5	150	1060	116
90	3П	5-7	5,5	130	1210	127
100	4П	7-10	7,0	125	1350	135
120	4П	7-10	7,0	120	1800	162
130	4П	7-10	7,0	117	2010	171
140	4П	7-10	7,0	115	2230	178
150	4П	7-10	7,0	112	2450	184
160	4П	7-10	7,0	110	2660	193
180	4П	7-10	7,0	102	3080	205
200	5П	10-13	9,0	95	3500	220
220	5П	10-13	9,0	88	3980	238
250	5П	10-13	9,0	76	4700	258
280	5П	10-13	9,0	64	5690	295
300	5П	10-13	9,0	57	6350	320

Bảng 7.53. Tiêu hao vật liệu khi cắt oxy - axetylen để cắt thép tấm

Chiều dày tấm thép (mm)	Nº mở cắt	Áp lực oxy (atm)	Chiều rộng cắt (mm)	Tốc độ cắt (mm/phút)	Tiêu hao 1 m cắt (#t)	
					Ôxy	Khí thiên nhiên
4	1	3-4	3,5	545	74	11
6	1	3-4	3,5	520	102	13
8	1	3-4	3,5	505	130	20
10	1	3-4	3,5	490	158	24
12	1	3-4	3,5	475	184	29
15	1	3-4	3,5	435	224	34
18	1	3-4	3,5	420	270	41
20	1	3-4	3,5	395	292	45
22	1	3-4	3,5	375	316	48
24	1	3-4	3,5	360	345	51
26	2	4-5	4,5	350	370	57
28	2	4-5	4,5	340	400	60
30	2	4-5	4,5	320	430	64
35	2	4-5	4,5	300	500	71
40	2	4-5	4,5	273	570	78
45	2	4-5	4,5	235	640	84
50	3	5-7	5,5	215	710	92
60	3	5-7	5,5	170	810	100
70	3	5-7	5,5	147	1020	118
80	3	5-7	5,5	130	1200	130
90	3	5-7	5,5	118	1360	144
100	4	7-10	7,0	107	1500	158
120	4	7-10	7,0	104	2030	182
130	4	7-10	7,0	100	2260	192
140	4	7-10	7,0	97	2500	200
150	4	7-10	7,0	96	2750	208
160	4	7-10	7,0	94	2970	220
180	4	7-10	7,0	88	3500	233
200	5	10-13	9,0	81	3950	248
220	5	10-13	9,0	74	4460	270
250	5	10-13	9,0	65	5300	292
280	5	10-13	9,0	56	6400	320
300	5	10-13	9,0	49	7150	356

Bảng 7.54. Tiêu hao vật liệu khi cắt thép bằng tay với ngọn lửa ôxy - benzin để cắt thép tấm

Chiều tấm thép loại (mm)	Nº mở cắt	Áp lực ôxy (atm)	Chiều rộng cắt (mm)	Tốc độ cắt (mm/phút)	Tiêu hao trên 1 m cắt (lit)		Tiêu hao khi nung nóng mở cắt:	
					Ôxy (lit)	Benzin (g)	Ôxy (lit)	Benzin (g)
4	1	4-5	3,5	425	92	14	15,0	12
6	1	4-5	3,5	410	126	20	15,0	12
8	1	4-5	3,5	400	160	25	15,0	12
10	1	4-5	3,5	390	196	30	15,0	12
12	1	4-5	3,5	377	227	35	15,0	12
16	1	4-5	3,5	340	293	45	15,0	12
18	1	4-5	3,5	335	334	51	15,0	12
20	1	4-5	3,5	314	363	55	15,0	12
24	1	4-5	3,5	285	425	63	15,0	12
26	2	5-6	4,5	280	460	70	18,7	15
28	2	5-6	4,5	272	495	75	18,7	15
30	2	5-6	4,5	255	530	79	18,7	15
35	2	5-6	4,5	238	620	89	18,7	15
40	2	5-6	4,5	217	710	96	18,7	15
45	2	5-6	4,5	187	795	104	18,7	15
50	3	6-9	5,5	170	870	114	22,5	18
60	3	6-9	5,5	136	1000	124	22,5	18
70	3	6-9	5,5	116	1260	145	22,5	18
80	3	6-9	5,5	104	1480	150	22,5	18
90	3	6-9	5,5	90	1680	177	22,5	18
100	4	9-14	6,5	85	1860	195	27,5	22
120	4	9-14	6,5	83	2500	225	27,5	22
130	4	9-14	6,5	79	2800	237	27,5	22
140	4	9-14	6,5	77	3100	250	27,5	22
150	4	9-14	6,5	76	3400	257	27,5	22
180	4	9-14	6,5	70	4300	290	27,5	22
200	4	9-14	6,5	65	4850	307	27,5	22

Bảng 7.55. Tiêu hao vật liệu khi cắt thép cacbon bằng ngọn lửa oxy - benzin (cắt tự động)

Chiều dày kim loại (mm)	Số mỏ cắt	Áp lực oxy (atm)	Tốc độ cắt (mm/phút)	Tiêu hao trên 1 m cắt (lit)		Tiêu hao khi nung nóng mỏ cắt:	
				Ôxy (lit)	Benzin (g)	Ôxy (lit)	Benzin (g)
4	1	4-5	590	75	11	15	12
6	1	4-5	570	91	14	15	12
8	1	4-5	538	137	21	15	12
10	1	4-5	480	230	34	15	12
12	1	4-5	472	242	37	15	12
16	1	4-5	460	276	41	15	12
18	1	4-5	440	300	45	15	12
20	1	4-5	425	322	48	15	12
24	1	4-5	407	352	53	15	12
26	2	5-6	390	380	57	18,7	15
28	2	5-6	375	408	62	18,7	15
30	2	5-6	360	437	67	18,7	15
35	2	5-6	323	512	72	18,7	15
40	2	5-6	284	586	79	18,7	15
45	2	5-6	262	655	88	18,7	15
50	3	6-9	234	725	95	18,7	18
60	3	6-9	196	885	106	22,5	18
70	3	6-9	160	1050	115	22,5	18
80	3	6-9	140	1220	134	22,5	22
90	3	6-9	122	1390	146	27,5	22
100	4	9-14	116	1550	155	27,5	22
120	4	9-14	112	2070	196	27,5	22
130	4	9-14	109	2320	199	27,5	22
140	4	9-14	107	2570	205	27,5	22
150	4	9-14	104	2620	212	27,5	22
160	4	9-14	103	3060	222	27,5	22
180	4	9-14	95	3540	235	27,5	22
200	4	9-14	89	4020	252	27,5	22

Đối với chiều dày kim loại từ 4 ÷ 24 mm thì chiều rộng rãnh cắt trung bình là 3 mm.

Bảng 7.56. Tiêu hao vật liệu khi cắt thép cacbon bằng ngọn lửa oxy - axetylen (cắt tự động)

Chiều dày kim loại (mm)	Nº mỏ cắt	Áp lực oxy (atm)	Chiều rộng cắt (mm)	Tốc độ cắt (mm/phút)	Tiêu hao trên 1 m cắt (lit)	
					Oxy	Axetylen
4	1	3-4	3,5	695	61	9
6	1	3-4	3,5	660	83	13
8	1	3-4	3,5	633	111	17
10	1	3-4	3,5	615	134	20
12	1	3-4	3,5	595	158	24
15	1	3-4	3,5	565	195	30
18	1	3-4	3,5	540	223	34
20	1	3-4	3,5	517	242	36
22	1	3-4	3,5	500	260	39
24	1	3-4	3,5	480	284	43
26	2	4-5	4,0	460	307	46
28	2	4-5	4,0	440	330	50
30	2	4-5	4,0	423	354	54
35	2	4-5	4,0	380	415	58
40	2	4-5	4,0	346	475	64
45	2	4-5	4,0	308	530	71
50	3	5-7	5,0	275	587	76
60	3	5-7	5,0	231	715	85
70	3	5-7	5,0	176	845	93
80	3	5-7	5,0	165	985	105
90	3	5-7	5,0	143	1125	118
100	4	7-10	6,0	137	1255	126
120	4	7-10	6,0	132	1675	150
130	4	7-10	6,0	129	1870	160
140	4	7-10	6,0	126	2070	166
150	4	7-10	6,0	123	2280	170
160	4	7-10	6,0	121	2470	180
180	4	7-10	6,0	112	2860	190
200	5	10-13	7,5	105	3250	205
220	5	10-13	7,5	97	3700	220
250	5	10-13	7,5	84	4370	240
280	5	10-13	7,5	70	5300	265
300	5	10-13	7,5	63	5900	300

Bảng 7.57. Tiêu hao vật liệu trên 1cm² bề mặt cắt khi cắt các bavia, hệ thống rót vật liệu đúc từ thép cacbon

Chiều dày hoặc đường kính rót (mm)	Cắt oxy - axetylen		Cắt oxy - benzin	
	Oxy (lít)	Axetylen (lít)	Oxy (lít)	Axetylen (lít)
đến 15	3,1	0,48	3,9	0,60
15-30	3,2	0,48	4,0	0,55
31-50	3,5	0,40	4,1	0,50
51-100	3,5	0,38	4,4	0,47
101-200	3,7	0,31	4,6	0,38
201-300	3,9	0,24	4,9	0,30

6.6. Vẩy hàn và thuốc hàn

Các bảng 7.58 ÷ 7.71 giới thiệu định mức tiêu hao vẩy hàn được tính toán với sự chú ý đến tổn thất trong quá trình hàn vẩy. Định mức tiêu hao thuốc hàn vẩy được xác định bằng phương pháp sản xuất - thực nghiệm. Các định mức tiêu hao vẩy hàn cho biết với trường hợp hàn bằng tay được tính với tiêu hao cho lớp liên kết, tạo góc; lượng chảy; lượng cháy và lượng bắn tóe v.v,... Các bảng trên ứng với các loại liên kết hàn, kết cấu ... với các loại vẩy hàn riêng biệt.

Bảng 7.58. Định mức tiêu hao vật liệu trên 1 m mối hàn (g) cho hàn vẩy với vẩy hàn mềm (mối hàn giáp mối)

s (mm)	Loại vẩy hàn					Thuốc				
	ПСО 18	ПСО 30	ПСО 40	ПСО 61M	ПСО 90	Gốc axit			Gốc nhựa thông	
						Clorua kẽm	Acid	Clorua amôn	Nhựa thông	Cồn nước (ml)
0,5	2,7	2,6	2,5	2,3	2,0	0,15	0,4	0,5	0,4	1,2
0,8	4,2	4,0	3,8	3,4	3,0	0,20	0,5	0,7	0,5	1,5
1,0	5,2	5,0	4,8	4,4	4,0	0,25	0,75	1,0	0,7	2,1
1,25	6,6	6,3	6,0	5,6	5,0	0,30	0,9	1,3	0,8	2,4
1,4	7,5	7,0	6,7	6,1	5,5	0,35	1,1	1,4	0,9	2,7
1,5	8,0	7,5	7,0	6,4	6,0	0,35	1,1	1,5	1,0	3,0
1,6	8,5	8,0	7,5	6,9	6,5	0,40	1,2	1,6	1,1	3,3
1,8	9,5	9,0	8,5	8,0	7,0	0,45	1,3	1,8	1,2	3,6
2,0	10,5	10,0	9,5	8,7	8,0	0,5	1,7	2,2	1,5	4,5
2,5	13,0	12,5	12,0	11,4	10,0	0,6	2,0	2,7	1,8	5,4
3,0	16,0	15,0	14,0	13,0	11,5	0,7	2,3	3,1	2,1	6,3
3,5	19,0	18,0	17,0	16,0	14,0	0,9	2,7	3,6	2,4	7,2
4,0	22,0	20,0	19,0	17,4	16,0	1,1	3,3	4,5	3,0	9,0
4,5	24,0	22,0	21,0	18,5	18,0	1,3	3,8	5,0	3,5	10,0

Bảng 7.59. Định mức tiêu hao vật liệu trên 1 m mỗi hàn (g) để hàn vẩy (vẩy hàn mềm) - mỗi hàn ghép mí

s (mm)	Loại vẩy hàn					Thuốc				
	ПОС 18	ПОС 30	ПОС 40	ПОС 61M	ПОС 90	Gốc acid			Gốc nhựa thông	
						Clorua kẽm	Acid	Clorua amon	Nhựa thông	Cồn nước (ml)
0,25	4,2	4,0	3,9	3,5	3,0	0,2	0,6	0,8	0,6	1,8
0,32	5,2	5,0	4,8	4,4	4,0	0,3	0,7	1,0	0,7	2,1
0,40	7,3	7,0	6,7	6,1	5,5	0,4	1,1	1,4	1,0	3,0
0,50	9,3	9,0	8,7	8,1	7,0	0,5	1,3	1,8	1,2	3,6
0,63	12,5	12,0	11,5	10,5	9,5	0,6	1,8	2,3	1,6	4,8
0,70	14,5	14,0	13,5	12,5	11,0	0,7	2,1	2,8	1,9	5,7
0,80	16,5	16,0	15,5	14,5	13,0	0,8	2,4	3,2	2,2	8,6
0,90	18,0	17,5	17,0	16,0	14,0	0,9	2,6	3,5	2,4	7,2
1,00	21,0	20,0	19,0	17,4	16,0	1,0	3,0	4,0	2,7	8,1
1,25	26,0	25,0	24,0	22,0	20,0	1,2	3,7	5,0	3,4	10,2
1,40	28,0	27,0	26,0	24,0	21,0	1,3	4,0	5,4	3,6	10,8
1,50	30,0	29,0	28,0	26,0	23,0	1,4	4,3	5,8	3,9	11,7
1,60	32,0	31,0	30,0	28,0	25,0	1,5	4,7	6,2	4,2	12,6
1,80	36,0	35,0	34,0	31,0	28,0	1,7	5,3	7,0	4,8	14,4
2,00	41,0	39,0	37,0	34,0	31,0	1,9	6,0	8,0	5,5	16,5

1) Khi chi tiết hàn vẩy có chuẩn bị bề mặt định thì mức tiêu hao vẩy hàn có thể có thêm hệ số bằng 0,8

2) Khi hàn vẩy chi tiết có ép sơ bộ thì định mức tiêu hao vẩy hàn lấy hệ số là 0,5.

Bảng 7.60. Định mức tiêu hao trên 1 m mỗi hàn (g) để hàn vẩy hàn cứng (mỗi hàn giáp mối)

s (mm)	Loại hàn vẩy			Thuốc		s (mm)	Loại hàn vẩy			Thuốc	
	ПМЦ 36	ПМЦ 42 + ПМЦ 54	Л62 + Л68	Borac	Axit boric		ПМЦ 36	ПМЦ 42 + ПМЦ 54	Л62 + Л68	Borac	Axit boric
0,5	2,0	2,2	2,3	0,6	0,6	1,8	7,0	7,5	8,0	2,0	1,6
0,8	3,0	3,2	3,3	0,8	0,7	2,0	8,0	8,6	9,0	2,5	2,1
1,0	4,0	4,3	4,5	1,1	0,9	2,5	10,0	11,0	11,5	3,1	2,5
1,25	5,0	5,5	5,7	1,4	1,2	3,0	12,0	13,0	13,5	3,6	2,9
1,4	5,5	6,0	6,2	1,6	1,3	3,5	14,0	15,0	15,5	4,0	3,2
1,5	6,0	6,5	6,8	1,7	1,4	4,0	16,0	17,0	18,5	4,6	3,6
1,6	6,5	7,0	7,3	1,8	1,5	4,5	18,0	19,0	20,5	5,7	4,0

Bảng 7.61. Định mức tiêu hao vật liệu trên 1 m mối hàn (g) để hàn vẩy hàn cứng

s (mm)	Loại vẩy hàn			Thuốc		s (mm)	Loại hàn vẩy			Thuốc	
	ПМЦ 36	ПМЦ 42 ÷ ПМЦ 54	Л62 ÷ Л68	Borac	Axit boric		ПМЦ 36	ПМЦ 42 ÷ ПМЦ 54	Л62 ÷ Л68	Borac	Axit boric
0,25	3,1	3,3	3,5	0,9	0,8	1,0	16,0	17,5	18,0	4,6	3,7
0,3	4,0	4,3	4,5	1,1	0,9	1,25	20,0	20,0	21,0	5,3	4,5
0,4	5,5	6,0	6,2	1,5	1,2	1,4	21,0	23,0	23,5	6,0	5,0
0,5	7,0	7,7	8,0	2,0	1,6	1,5	23,0	25,0	26,0	6,5	5,3
0,6	9,5	10,3	10,6	2,5	2,1	1,6	25,0	27,0	28,0	7,0	5,7
0,7	11,0	12,0	12,3	3,1	2,5	1,8	28,0	30,0	31,5	8,0	6,5
0,8	13,0	14,0	14,0	3,6	2,9	2,0	31,0	33,0	35,0	9,0	7,3
0,9	14,0	15,0	15,6	4,0	3,2						

Bảng 7.62. Định mức tiêu hao vẩy hàn bạc để điền đầy khe hở hàn (g/cm^2)

Khe hở (mm)	ПCp 10	ПCp 12	ПCp 25	ПCp 45	ПCp 65	ПCp 70
0,01	0,0089	0,0088	0,0093	0,0097	0,0100	0,0102
0,05	0,0447	0,0442	0,0463	0,0484	0,0499	0,0510
0,10	0,0894	0,0884	0,0926	0,0967	0,0998	0,1019
0,15	0,1342	0,1326	0,1388	0,1451	0,1498	0,1529
0,20	0,1789	0,1768	0,1851	0,1934	0,1997	0,2038
0,25	0,2236	0,2210	0,2314	0,2418	0,2496	0,2548

Bảng 7.63. Định mức tiêu hao vẩy hàn để hình thành lớp phủ (g/cm)

Chiều dày chi tiết hàn (mm)	Kích thước (mm)	ПCp 10	ПCp 12	ПCp 25	ПCp 45	ПCp 65	ПCp 70
≥ 0,2	0,2x0,2	0,0018	0,0018	0,0018	0,0019	0,0020	0,0020
≥ 0,3	0,3x0,3	0,0040	0,0040	0,0042	0,0044	0,0045	0,0046
≥ 0,4	0,4x0,4	0,0072	0,0071	0,0074	0,0077	0,0080	0,0082
≥ 0,5	0,5x0,5	0,0107	0,0106	0,0111	0,0116	0,0120	0,0122
≥ 0,6	0,6x0,6	0,0161	0,0159	0,0167	0,0175	0,0180	0,0183
≥ 0,7	0,65x0,65	0,0188	0,0286	0,0194	0,0203	0,0210	0,0214
≥ 0,8	0,7x0,7	0,0214	0,0212	0,0222	0,0232	0,0240	0,0244
≥ 0,9	0,75x0,75	0,0250	0,0248	0,0259	0,0271	0,0279	0,0285
≥ 1,0	0,8x0,8	0,0286	0,0283	0,0296	0,0309	0,0319	0,0326

Bảng 7.64. Định mức tiêu hao vẩy hàn mềm trên một đỉnh kết dây dẫn (g)

Đường kính (mm)	ПOC 40	ПOC 30	Đường kính (mm)	ПOC 40	ПOC 30
0,5	0,080	0,083	2,0	1,680	1,750
0,8	0,160	0,166	2,5	2,480	2,580
1,0	0,330	0,332	3,0	4,420	4,600
1,5	0,710	0,780	4,0	10,400	10,600

Ghi chú: Khi đỉnh kết nhiều dây dẫn thì tiêu hao vẩy hàn tăng 1,2 lần.

Bảng 7.65. Định mức tiêu hao vẩy hàn mềm trên một phía dây dẫn (g)

Đường kính (mm)	ПOC 40	ПOC 30	Đường kính (mm)	ПOC 40	ПOC 30
0,5	0,039	0,040	2,0	0,800	0,840
0,8	0,077	0,080	2,5	1,640	1,700
1,0	0,152	0,160	3,0	2,740	2,880
1,5	0,354	0,371	4,0	5,300	6,400

Bảng 7.66a. Định mức tiêu hao vẩy hàn mềm trên một chỗ hàn dây dẫn với vỏ bọc (g)

Tiết diện dây dẫn (mm ²)	ПOC 18	ПOC 30	ПOC 40	Tiết diện dây dẫn (mm ²)	ПOC 18	ПOC 30	ПOC 40
0,05	0,011	0,0104	0,010	1,50	0,330	0,312	0,300
0,07	0,0154	0,015	0,014	2,00	0,440	0,416	0,400
0,10	0,022	0,021	0,020	2,50	0,550	0,520	0,500
0,20	0,044	0,042	0,040	4,00	0,880	0,833	0,800
0,35	0,077	0,073	0,070	6,00	1,320	1,249	1,200
0,50	0,110	0,104	0,100	10,00	2,200	2,082	2,000
0,75	0,165	0,156	0,150	16,00	3,520	2,332	3,200
1,00	0,220	0,208	0,200				

Bảng 7.66b. Định mức tiêu hao vẩy hàn mềm trên một chỗ hàn dây dẫn với đầu bịt kín (g)

Đường kính lõi dây dẫn (mm)	Tiết diện dẫn (mm ²)	ПOC 61M	ПOC 40	ПOC 30
đến 0,5	đến 0,19	0,14	0,155	0,162
0,51-1,0	0,2-0,78	0,17	0,188	0,196
1,01-1,5	0,79-1,76	0,20	0,222	0,231
1,51-2,0	1,77-3,14	0,23	0,254	0,265
2,01-2,5	3,15-4,9	0,25	0,277	0,289
2,51-3,0	4,91-7,06	0,27	0,299	0,312
3,01-4,0	7,07-12,56	0,29	0,321	0,335
4,01-5,0	12,57-19,63	0,32	0,354	0,370

Bảng 7.67. Định mức tiêu hao vẩy hàn mềm trên một vành hàn vẩy (g/cm^2)

Chiều dày dây (mm)	ПОС 30	ПОС 40	ПОС 61
Đến 1,5.....	0,328	0,315	0,228
Trên 1,5.....	0,437	0,420	

Bảng 7.68. Định mức tiêu hao vẩy hàn mềm trên 1 m mỗi hàn khi hàn vẩy đường dây dẫn với chì tiết (g)

Đường kính dây dẫn (mm)	ПОС 40	ПОС 30	Đường kính dây dẫn (mm)	ПОС 40	ПОС 30
0,5	0,005	0,012	2,0	0,180	0,187
0,8	0,030	0,0314	2,5	0,290	0,303
1,0	0,0465	0,0485	3,0	0,420	0,436
1,5	0,105	0,109	4,0	0,750	0,780

Bảng 7.69. Định mức tiêu hao thuốc khi hàn vẩy mềm

Thuốc	Định mức tiêu hao (g/cm^2)	Thuốc	Định mức tiêu hao (g/cm^2)
Clorua kẽm nấu chảy	0,12	BTC	0,15
Prima	0,12	Nhựa thông	0,13
Bột nhão 15-85	0,15	KЭ	0,10
ФИМ	0,11	LTN	0,15

Bảng 7.70. Định mức tiêu hao vẩy hàn khi phủ

Loại vẩy hàn	Định mức tiêu hao trên 1 m^2 bề mặt hàn (g)
ПОС 40	511
ПОС 30	678
ПОССу 4-6	759

Đối với chiều dày trung bình của lớp phủ 0,07 mm thì $k_p = 1$.

Bảng 7.71. Định mức tiêu hao vẩy hàn mềm khí mạ nóng các dây dẫn bằng phương pháp phun vẩy hàn (g)

Đường kính dây dẫn (mm)	Chiều dài phần hàn với chi tiết (mm)	ПОО 30	ПОО 40	ПОО 61M
0,10	10	0,00080	0,00080	0,00080
0,20	10	0,00175	0,00174	0,00173
0,30	10	0,00252	0,00253	0,00249
0,35	10	0,002943	0,002955	0,00291
0,40	10	0,00340	0,00340	0,00320
0,45	10	0,00380	0,00380	0,00370
0,50	10	0,004223	0,00422	0,00417
0,60	10	0,00508	0,00511	0,00502
0,70	10	0,00594	0,00596	0,00587
0,80	10	0,00681	0,00683	0,00673
0,90	10	0,00768	0,00771	0,00759
1,00	10	0,00855	0,00854	0,00846
1,10	10	0,00943	0,00946	0,00932
1,20	10	0,01031	0,010351	0,01019
1,30	10	0,01120	0,01124	0,01110
1,40	10	0,01210	0,01214	0,01194
1,60	10	0,01390	0,01393	0,01372
1,80	10	0,01494	0,01570	0,01550
2,00	10	0,01752	0,01750	0,01731
2,20	10	0,01940	0,01943	0,01920
0,50	15	0,00635	0,00633	0,00623
0,80	15	0,01014	0,01020	0,01000
1,00	15	0,01270	0,01280	0,01260
1,60	15	0,02060	0,02063	0,02031
2,00	15	0,02585	0,02590	0,02554
2,20	15	0,02850	0,02864	0,02820
2,50	15	0,03260	0,03270	0,03070
2,80	15	0,03670	0,03680	0,03450
3,00	15	0,03940	0,03960	0,03890
3,60	15	0,04590	0,04610	0,04540
4,00	15	0,05340	0,05360	0,05280

Chương VIII

TÍNH TOÁN VÀ XÁC ĐỊNH TIÊU HAO NĂNG LƯỢNG ĐIỆN

1. Hàn hồ quang điện

Tiêu hao năng lượng điện cho 1 kg kim loại nóng chảy được xác định theo công thức gần đúng sau [2]:

$$Q_E = \frac{u_h}{\alpha_d \eta k_u} \quad (24)$$

Ở đây :

u_h - điện thế hồ quang (V).

α_d - hệ số đắp của que hàn (g/A.h), (bảng 8.1a, b).

η - hệ số hữu ích của máy.

k_u - hệ số tính đến thời gian hồ quang cháy (chế độ làm việc của thiết bị hàn, bảng 8.2).

Điện thế hồ quang được xác định theo công nghệ hàn. Giá trị hệ số nóng chảy khi hàn hồ quang được cho trong *điều kiện kỹ thuật* của que hàn trên biểu mã, hệ số hữu ích của máy cũng được cho trong *thuyết minh* của máy.

Bảng 8.3. Biểu thị tiêu hao điện năng hàn hồ quang và hàn điện xỉ.

2. Hàn điện tiếp xúc

Tiêu hao năng lượng điện khi hàn giáp mối tiếp xúc nóng chảy được xác định theo công thức sau [2]:

$$Q_E = k_m \cdot F_H \cdot I_{ch} \quad (25)$$

Ở đây:

F_H - diện tích tiết diện hàn (cm²).

I_{ch} - lượng dư toàn bộ để làm chảy (cm).

k_m - hệ số (0,012 ÷ 0,016). Giá trị hệ số lớn dùng khi sự chảy xảy ra với tốc độ chậm (công suất nhỏ), giá trị đó có thể lớn hơn khi hàn các chi tiết có tiết diện tròn, vuông.

Bảng 8.1a. Hệ số đắp khi hàn tự động dưới lớp thuốc hàn với dây thép cacbon thấp

I_h (A)	U_h (V)	Hệ số đắp (g/Ah) khi đường kính dây (mm)				
		3	4	5	6	8
350	27-30	11,5	10,9	-	-	-
400	27-30	12,3	11,5	-	-	-
450	27-30	13,0	12,1	-	-	-
500	27-30	13,8	12,6	13,3	-	-
550	27-30	14,6	13,2	13,7	-	-
600	32-35	15,4	13,8	14,0	-	-
650	32-35	16,2	14,1	14,4	13,6	-
700	32-35	17,0	14,8	14,8	13,8	-
750	32-35	17,7	15,5	15,1	14,1	-
800	36-38	18,5	16,0	15,6	14,3	-
850	36-38	-	-	15,9	14,5	-
900	36-38	-	-	16,3	14,8	14,4
950	36-38	-	-	16,7	15,0	14,5
1000	37-40	-	-	17,1	15,2	14,8
1100	37-40	-	-	-	15,7	14,9
1200	38-45	-	-	-	16,1	15,1
1300	38-45	-	-	-	16,7	15,3
1400	38-45	-	-	-	17,3	15,6

Bảng 8.1b. Hệ số đắp khi hàn tự động dưới lớp thuốc hàn với dòng xoay chiều (đường kính dây hàn 2 mm; tấm với điện cực 25 + 35 mm)

I_h (A)	U_h (V)	Hệ số đắp (g/Ah)	I_h (A)	U_h (V)	Hệ số đắp (g/Ah)
200	32-34	13,4	430	36-40	17,0
210	32-34	13,6	440	36-40	17,1
220	32-34	13,8	450	36-40	17,3
230	32-34	13,9	460	36-40	17,5
240	32-34	14,0	470	36-40	17,7
250	32-34	14,2	480	36-40	18,0
260	32-34	14,4	490	36-40	18,2
270	32-34	14,6	500	36-40	18,5
280	34-38	14,7	510	38-42	18,8
290	34-38	14,9	520	38-42	19,1
300	34-38	15,0	530	38-42	19,4

Tiếp bảng 8.1b.

I_h (A)	U_h (V)	Hệ số đắp (g/Ah)	I_h (A)	U_h (V)	Hệ số đắp (g/Ah)
310	34-38	15,2	540	38-42	19,8
320	34-38	15,4	550	38-42	20,1
330	34-38	15,6	560	38-42	20,4
340	34-38	15,8	570	38-42	20,7
350	36-40	15,9	580	38-42	21,0
360	36-40	16,0	590	38-42	21,3
370	36-40	16,1	600	38-42	21,6
380	36-40	16,2	610	40-44	21,9
390	36-40	16,3	620	40-44	22,3
400	36-40	16,4	630	40-44	22,7
410	36-40	16,6	640	40-44	23,1
420	36-40	16,8	650	40-44	23,5

Bảng 8.2. Hệ số tính đến thời gian cháy của hồ quang khi hàn với các phương pháp hàn và dạng sản xuất khác nhau

Phương pháp hàn	k_u
1/ Hàn hồ quang tay : + Sản xuất loạt lớn và hàng khối + Sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ	0,60 + 0,75 0,35-0,55
2/ Hàn tự động dưới lớp thuốc hàn : + Sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ	0,25 + 0,45
3/ Hàn bán tự động dưới lớp thuốc hàn: + Sản xuất loạt lớn và hàng khối. + Sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ	0,5 + 0,70 0,35 + 0,55
4/ Hàn tay điện cực không nóng chảy (hồ quang - argon) : + Sản xuất loạt lớn và hàng khối + Sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ	0,5 + 0,6 0,35 + 0,45
5/ Hàn tự động và bán tự động hồ quang - argon : + Điện cực nóng chảy + Điện cực không chảy	0,25 + 0,75 0,3 + 0,45
6/ Hàn bán tự động trong môi trường khí cacbonic	0,55 0,7
7/ Hàn điện xỉ: + Mối hàn dài + Mối hàn ngắn, chi tiết lắp ghép phức tạp	0,15 + 0,25 0,1 + 0,15

Tiêu hao năng lượng điện khi hàn điểm (được tính theo kWh/100 điểm) được tính theo công thức gần đúng sau [2]:

$$Q_E = \frac{N \cos \varphi \cdot u_h^2}{36 u_{dm}^2} t_0 \quad (26)$$

Ở đây:

N - công suất định mức của máy hàn (kW).

u_h - điện thế thứ cấp dùng khi hàn (V).

u_{dm} - điện thế thứ cấp khi không tải (V).

$\cos \varphi$ - hệ số công suất của máy, với các máy dòng xoay chiều (ví dụ, loại МТП) có thể lấy trong phạm vi $\cos \varphi = 0,45 \div 0,55$; các máy khác: $\cos \varphi = 0,75 \div 0,85$.

t_0 - thời gian máy làm việc, khi hàn 100 điểm.

Khi hàn tiếp xúc đường, tiêu hao năng lượng điện Q_E (kWh/m mỗi hàn) có thể xác định theo công thức gần đúng sau [2] (bảng 8.4 ÷ 8.6) :

$$Q_E = \frac{N \cos \varphi \cdot u_h^2}{60 v_h \cdot u_{dm}} k_u \quad (27)$$

Ở đây:

$\cos \varphi$ cho các máy МЛПП có thể lấy $\cos \varphi = 0,6 \div 0,7$.

k_u - hệ số, cho hàn thép cacbon, thường lấy $k_u = 0,5$.

v_h - tốc độ khi hàn (m/h).

Bảng 8.3. Tiêu hao năng lượng điện khi hàn hồ quang và hàn điện xỉ

Phương pháp hàn	Q_E (kWh/kg) kim loại chảy
Hàn tự động dưới lớp thuốc với dòng xoay chiều (xe hàn)	3 ÷ 4
Hàn tự động và bán tự động với dòng xoay chiều	3,5 ÷ 4
Hàn tự động và bán tự động với dòng một chiều	5 ÷ 6
Hàn tự động 3 pha dưới lớp thuốc	2 ÷ 2,5
Hàn điện xỉ với dòng một chiều	2,5
Hàn điện xỉ với dòng xoay chiều	1,4
Hàn tay dòng xoay chiều	3,5 ÷ 4
Hàn tay với máy tự phát bằng diezen	6 ÷ 7
Hàn tay dòng một chiều với máy hàn nhiều đầu hàn	10 ÷ 11
Hàn nguồn hàn chỉnh lưu	4 ÷ 4,5

Bảng 8.4. Tiêu hao năng lượng điện khi hàn giáp mối bằng phương pháp hàn điện tiếp xúc nóng chảy

$F_H (mm^2)$	$Q_E (kWh)$ cho 1 chi tiết hàn	$F_H (mm^2)$	$Q_E (kWh)$ cho 1 chi tiết hàn
100	0,006	1000	0,400
200	0,024	1500	0,825
300	0,060	2000	1,275
500	0,125	2500	1,725

Bảng 8.5. Tiêu hao năng lượng điện khi hàn điểm

Tổng chiều dày tấm hàn (mm)	$Q_E (kWh)$ trên 100 điểm hàn	Tổng chiều dày tấm hàn (mm)	$Q_E (kWh)$ trên 100 điểm hàn
2	0,4-0,12	5	0,12-0,45
3	0,06-0,20	6	0,17-0,60
4	0,10-0,27	8	0,23-1,00

Bảng 8.6. Tiêu hao năng lượng điện khi hàn thép bằng phương pháp hàn áp lực tiếp xúc đường

Tổng chiều dày tấm hàn (mm)	$Q_E (kWh)$ trên 1 m mỗi hàn	Tổng chiều dày tấm hàn (mm)	$Q_E (kWh)$ trên 1 m mỗi hàn
0,5	0,04-0,08	2	0,12-0,24
1,0	0,08-0,14	3	0,25-0,50
1,5	0,1-0,2	4	0,5-1,0

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J. Kuncipál
Teorie Svarovásni
Praha - 1986.
- [2] Сварка в машиностроении - Справочник, том 1.
Москва - Маш. изд. - 1978.
- [3] L.L. Richardd
Welding and Welding technology
New Delhi. 1989.
- [4] ESAB
Welding handbook
Third edition. Geteborg - 1992.
- [5] Lincoln
Electrodes and Fluxes.
Sydney, 1990
- 6. Herbert Fritz
Fertigung stechnik
VDI.Verlag - 1994.
- [7] Jahrbuch Schweiß technik.
Verlag. GmbH. Düsseldorf 1998-1999.
- [8] Klaus. WihKe-Uwe Füssl
Kombinierte FÜgeverbindungen.
Springer - Verlag Berlin - 1996.
- [9] Hoàng Tùng, Nguyễn Thúc Hà, Ngô Lê Thông, Chu Văn Khang.
Cẩm nang hàn.
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2005.
- [10] Hoàng Tùng và tập thể:
Cơ khí đại cương
Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Hà Nội - 2005

- [11] Hoàng Tùng và tập thể
Chế tạo phôi
Trường Đại học Bách Khoa, Hà Nội - 2000
- [12] В.П. Юрьев
Справочное пособие по нормированию материалов.
Москва - Маш.изд. - 1992
- [13] Probst Herold
Kompendium der. Schweißtechnik. Band 1, 2, 3, 4
Verlag. GmbH. Düsseldorf - 1997.
- [14] Quarterly journal of the Japan Welding Society N°1÷ 4, 1997.
- [15] Melmoth - Benneth. B. J.
Special Shielding gas. mestiere
Welding Abington Cambridge - 1987.
- [16] Cpravotrnich Svarsika Masinostroenie - 1976.
- [17] Welding cutting - General Catalogue SAF "France" - 1994.
- [18] Ngô Lê Thông.
Công nghệ hàn điện nóng chảy (tập 1, 2)
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật 2004 - 2006.
- [19] TS. Nguyễn Thúc Hà - TS Bùi Văn Hạnh - Ths. Võ Văn Phong.
Công nghệ hàn
Nhà xuất bản Giáo dục 2004 - 2006.

2 0 7 0 5 0



Giá: 76.000d